Anat. 329 m Parker

Die

Morphologie des Schädels

von

W. K. Parker, F. R. S.,

Hunterian Professor, Royal College of Surgeons,

und

G. T. Bettany, M. A., B. Sc.,

Shuttleworth Scholar, Cajus College, Cambridge; Lecturer on Botany in Guy's Hospital Medical School.

Deutsche autorisirte Ausgabe

von

Dr. **B. Vetter,**

Professor am Polytechnikum in Dresden.

Mit 86 Holzschnitten.

STUTTGART.

E. Schweizerbart'sche Verlagshandlung (E. Koch).

1879.

538 F

BIBLIOTHECA
REGIA
MONACENSIS

K. Hofbuchdruckerei Zu Guttenberg (Carl Grüninger) in Stuttgart.

Vorwort.

Eine Skizze der Geschichte des Schädels bei den Haupttypen der Wirbelthiere wird hier zum erstenmal geboten. Es wurde dabei versucht, die Thatsachen mit Hülfe einer in sich consequenten Terminologie darzustellen, das erweiternd, was schon Prof. Huxley in bewundernswerther Weise entwickelt hat; die Beschreibungen aber involviren so wenig theoretische Ansichten als irgend möglich. Durchweg ist auf die Bequemlichkeit des Studirenden Rücksicht genommen worden; zusammenfassende Übersichten beinah jedes Stadiums und ebenso jedes Capitels vom zweiten bis zum achten wurden sorgfältig ausgearbeitet. Mit Hülfe des Index lässt sich die Geschichte jedes einzelnen Knochens oder sonstiger Theile vergleichend studiren.

Viele Punkte von grossem Interesse mussten nothwendigerweise in einem Werke übergangen werden, das die Anatomie speciell von entwicklungsgeschichtlichem Standpunkt aus behandelt. Wir dürfen auch nicht erwarten, dass das Buch nach blossem Lesen durchweg verständlich sein werde. In einzelnen Fällen liegt der Grund hievon in den Beschränkungen des Raumes und der bildlichen Wiedergabe, zumeist aber ist die Complicirtheit der beschriebenen Gebilde derart, dass eine kurze Beschreibung leicht der nöthigen Klarheit entbehren wird. Der Studirende muss eben die sehr viel grössere Reihe von Abbildungen zu Rathe ziehen, welche in den Originalabhandlungen in den „Philosophical Transactions" und anderwärts zu finden sind[1]; in vielen Fällen aber dürfte eigene Zergliederung zum vollen Verständniss erforderlich sein. Wir hoffen, das Werk möge als Hülfsbuch bei praktischen Arbeiten nützlich befunden werden. Die ausgewählten Typen sind alle so leicht erhältlich wie nur möglich (statt des Axolotl braucht man nur einen Molch oder Salamander zu nehmen, welche dieselben Dienste leisten). Es empfiehlt sich, zuerst den ausgewachsenen Schädel möglichst vollständig zu bemeistern und dann erst die früheren Stadien sowohl mit Hülfe gewöhnlicher Zergliederung als auch von Quer- und Längsschnitten zu bearbeiten.

Soweit überhaupt Erklärungen beigefügt worden sind, sollen dieselben blos als aufrichtig gemeinte Versuche, nicht als endgültige Ur-

[1] Huhn: Phil. Trans. 1869; Frosch, 1871; Lachs, 1873; Schwein, 1874; Axolotl, 1877; Haie und Rochen, Zool. Trans. 1877. Eine Abhandlung über die Natter ist in Vorbereitung.

theile gelten. Stets war es unser Bestreben, weder den Werth dessen, was schon bekannt ist, zu übertreiben, noch auch den Thatsachen mehr als durchaus zulässige Folgerungen aufzubürden. Manchem Anfänger beim selbständigen Studium der Morphologie behülflich zu sein, war vielmehr unser Zweck, als ihn zu überreden, unsere augenblicklichen Ideen aufzunehmen. Dementsprechend haben wir auch die Ansichten der grossen Anatomen der Gegenwart nicht eher besprochen, als bis die Entwicklungsgeschichte die dunkeln Probleme des thierischen Baues erhellt hatte. Dass wir ihre Namen zu erwähnen unterliessen, beruht keineswegs auf einer Unterschätzung ihrer umfassenden Arbeiten und der Schätze, welche sie uns überliefert haben.

Ein Name jedoch wird stets enge mit der Erkenntniss verknüpft bleiben, welche die Bedeutung der Entwicklungsgeschichte für den Wirbelthierschädel klar legte. Prof. Huxley hat seit seiner „Croonian" Vorlesung (s. Proc. Roy. Soc. 1858) nie in seinen Anstrengungen geruht, um neues Licht in diesen Gegenstand zu bringen, und so hat er auch einen ganz beträchtlichen Antheil an den Untersuchungen und Aufschlüssen gehabt, welche dieses Buch erst möglich machten. Seine in verschiedenen Gesellschaftsschriften und Journalen[2] veröffentlichten Arbeiten sowie seine grösseren Werke[3] sind glänzende Zeugnisse seiner Bestrebungen. — Herrn F. M. Balfour, M. A., Fellow and Lecturer of Trinity College, Cambridge, sprechen wir unsere aufrichtige Erkenntlichkeit dafür aus, dass er manche Seite der Probebogen durchgesehen, ganz besonders aber für seinen freundlichen Beistand in Bezug auf das erste Capitel.

Die Abbildungen sind mit sehr wenigen Ausnahmen mittelbare oder unmittelbare Wiedergaben von Originalzeichnungen von Herrn Parker; einige derselben waren schon früher in anderen Werken erschienen. Sie wurden von Herrn T. P. Collings auf Holz gezeichnet und von Herrn J. D. Cooper geschnitten.

Am Schlusse unserer schwierigen Aufgabe angelangt, können wir nicht umhin, um Nachsicht für die Irrthümer oder Unvollkommenheiten zu bitten, die nothwendig mit der ersten Ausarbeitung eines Werkes über einen, man kann beinah sagen, ganz neuen Gegenstand verbunden sein müssen.

London, September 1877.

[2] Proc. Roy. Soc.; Proc. Zool. Soc.; Journ. Geol. Soc.; Decades Geol. Survey; Journ. Anat. and Physiol.

[3] Elements of Comparative Anatomy; Anatomie der Wirbelthiere, übers. v. F. Ratzel.

Inhalt.

I. Capitel.

Seite
Vorbemerkungen aus der Entwickelungsgeschichte 1

II. Capitel.

Der Schädel des Hundshais und des Rochen 15

III. Capitel.

Der Schädel des Lachses 43
Anhang: Über den Schädel der Fische 82
Muraenoiden 82, Siluroiden 83, Ganoiden 83, Ceratodus 85, Lepidosiren 87, Chimaera 88, Selachier 88.

IV. Capitel.

Der Schädel des Axolotl 90
Anhang: Der Schädel der Amphibia Urodela 126
Proteus 126, Siren 128, Menopoma 129, Menobranchus 131, Salamandrinen 132.

V. Capitel.

Der Schädel des gemeinen Frosches 134
Anhang: Über den Schädel der Amphibien 173
Rana pipiens 173, Pseudis 174, Bufo 174, Dactylethra 175, Pipa 178.

VI. Capitel.

Der Schädel der gemeinen Natter 184
Anhang: Über den Schädel der Reptilien 209
Chelone 210, Eidechsen 212, Krokodile 213.

VII. Capitel.

Seite
Der Schädel des Haushuhns 215
Anhang: Über den Schädel der Vögel 257
Struthionidae 257, Schizognathen 257, Desmognathen 258, Aegithognathen 259, Saurognathen 260.

VIII. Capitel.

Der Schädel des Schweins 262
Anhang: Über den Schädel der Säugethiere 294
Der Schädel des Menschen 297

IX. Capitel.

Die Morphologie des Schädels 303
Der knorpelige Schädel 303, die Sinneskapseln 313, die Bogen 320, die Kopfnerven 325, Bauplan und Gliederung des Knorpelschädels 329, der knöcherne Schädel 337, Entwickelung 353.

Verzeichniss der Abbildungen.

Fig.		Seite
1.	Kopf eines Haifischembryos von 11 Linien Länge	16
2.	„ „ Hundshaiembryos von 11 Linien Länge; medianer Längsschnitt	18
3.	„ „ Rochenembryos von $1^1/_3$ Zoll Länge	21
4.	„ „ Hundshaiembryos von $1^1/_6$ Zoll Länge	23
5.	„ „ „ vom zweiten Stadium; Ansicht der Schädelbasis von oben	25
6.	„ „ Hundshaiembryos aus dem dritten Stadium; medianer Längsschnitt	29
7.	Schädel des ausgewachsenen Hundshaies; Seitenansicht	37
8.	„ „ Rochen, beinah ausgewachsen	40
9.	Lachsembryo von ungefähr $^3/_4$ Zoll Länge; Seitenansicht des Kopfes, noch innerhalb des Chorions	44
10.	„ von ungefähr $^3/_4$ Zoll Länge; Ansicht des Kopfes von oben, nachdem derselbe aufgeschnitten und das Nervengewebe entfernt worden ist	45
11.	„ von ungefähr $^3/_4$ Zoll Länge; Ansicht des Kopfes von unten, mit durchscheinenden Bogen	47
12.	„ im Ausschlüpfen begriffen; medianer Längsschnitt des Kopfes	48
13.	„ kurz vor dem Ausschlüpfen; untere Ansicht des Kopfes, mit durchscheinenden Bogen dargestellt	50
14.	„ kurz vor dem Ausschlüpfen; Ansicht des Schädels von unten, nachdem die Kiemenbogen entfernt worden sind	51
15.	Junger Lachs aus der zweiten Woche nach dem Ausschlüpfen; Ansicht des aufgeschnittenen Schädels von oben	54
16.	„ „ aus der zweiten Woche nach dem Ausschlüpfen; Querschnitt des Kopfes durch das Vorderhirn und die Augäpfel	56
17.	„ „ aus der zweiten Woche nach dem Ausschlüpfen; Seitenansicht des Schädels	58
18.	„ „ des ersten Sommers, von ungefähr 2 Zoll Länge; Seitenansicht des Schädels, mit Weglassung der Kiemenbogen	62

Fig. Seite

19. Ausgewachsener Lachs; Seitenansicht des Chondrocraniums mit seinen ektostotischen Knochen 68
20. „ „ medianer Längsschnitt des Schädels, nach Abtragung der Kiefer und der Bogen 70
21. „ „ Seitenansicht des Schädels mit sämmtlichen daran befestigten Knochen 74
22. Kopf des Axolotl, gerade nach dem Ausschlüpfen; Seitenansicht . . . 94
23. Larve des Axolotl von ungefähr 5 Linien Länge; obere Ansicht des Schädels, nach Abtragung der oberen Theile. . . 98
24. „ „ „ von ungefähr 5 Linien Länge; verticaler Querschnitt des Kopfes, durch die Augäpfel geführt 99
25. Axolotllarve von $^3/_4$ Zoll Länge; obere Ansicht der Schädelbasis und des Unterkiefers, durch Abtragung blosgelegt 103
26. Junger Axolotl, $2^1/_4$ Zoll lang; untere Ansicht des zerlegten Schädels, nachdem der Unterkiefer und die Kiemenbogen abgetragen worden sind 107
27. „ „ $2^1/_4$ Zoll lang; obere Ansicht des Schädels; der Unterkiefer ist entfernt 110
28. Ausgewachsener Axolotl; untere Ansicht des Schädels, nachdem der Unterkiefer und die Bogen ebenso wie die Belegknochen auf der rechten Seite entfernt worden sind 113
29. Axolotl, beinah ausgewachsen; Seitenansicht des Schädels 118
30. Schädel des Amblystoma; Seitenansicht 122
31. Kaulquappe von 4 Linien Länge, 4—5 Tage nach dem Ausschlüpfen; Seitenansicht des Kopfes 135
32. Froschembryo unmittelbar vor dem Ausschlüpfen; Seitenansicht des Kopfes nach Abtragung der Haut 136
33. Kaulquappe der gemeinen Kröte von $^1/_3$ Zoll Länge; die Knorpel des Schädels und des Mandibularbogens von oben sichtbar . 139
34. „ von ungefähr 1 Zoll Länge; Ansicht des Gesichtstheils und des Schädelbodens von oben, nachdem das Gehirn beseitigt worden ist 142
35. „ von 1 Zoll Länge; Seitenansicht des Schädels nach Wegnahme der Haut 144
36. „ deren Schwanz zu schrumpfen beginnt; Seitenansicht des Schädels ohne die Kiemenbogen 148
37. Junger Frosch, dessen Schwanz soeben resorbirt ist; Seitenansicht des Schädels 153
38. „ „ fast vom Ende des ersten Sommers; obere Ansicht des Schädels, nachdem der linke Unterkiefer entfernt und der rechte nach aussen gelegt worden ist. 156
39. Ausgewachsener Frosch; Seitenansicht der Ohrregion, wo die halbkreisförmigen Canäle und die Theile des mittleren Ohres blosgelegt wurden 159
40. „ „ obere Ansicht des Schädels nach Entfernung der Belegknochen und des Unterkiefers . . 161
41. „ „ medianer Längsschnitt durch den Schädel; der Unterkiefer ist entfernt 163
42. „ „ obere Ansicht des Schädels 164

Fig. Seite

43. Ausgewachsener Frosch; untere Ansicht des Schädels 166
44. „ (essbarer) „ „ „ „ „ die Belegknochen auf der rechten Seite entfernt (nach Huxley) 167
45. „ „ Seitenansicht des Schädels 169
46. „ „ Columella des Ohres 170
47. „ „ Hyobranchialplatte 171
48. Natterembryo von $1^3/_4$ Zoll Länge; Seitenansicht des Schädels mit durchscheinenden Gesichtsbogen 187
49. „ von ungefähr $1^3/_4$ Zoll Länge; das Chondrocranium von oben gesehen, nach Entfernung des Gehirns und der Kiefer . 188
50. „ von ungefähr $2^1/_2$ Zoll Länge; Seitenansicht des Schädels nach Bloslegung desselben 193
51. Ausgewachsene Natter; Seitenansicht des Schädels nach Entfernung der Kinnladen 202
52. „ „ untere Ansicht des Schädels 204
53. „ „ Ansicht des Schädels von oben 206
54. Hühnchenembryo vom vierten Bebrütungstage; untere Ansicht des Kopfes in undurchsichtiger Darstellung (nach Foster und Balfour) 216
55. „ vom fünften Bebrütungstage; Ansicht der Schädelgebilde von oben 217
56. „ vom fünften Bebrütungstage; Ansicht des Kopfes von unten, mit durchscheinenden Skelettheilen 218
57. „ vom sechsten Bebrütungstage; Ansicht des Kopfes von unten (nach Huxley) 220
58. „ vom siebenten Bebrütungstage; Seitenansicht d. Schädels 222
59. „ von der Mitte der zweiten Bebrütungswoche; untere Ansicht des Schädels nach Entfernung der Bogen . 228
60. „ vom Ende der zweiten Bebrütungswoche; hintere Ansicht des Craniums 230
61. „ vom Ende der zweiten Bebrütungswoche; innere Ansicht des hintern Theiles des Craniums 231
62. „ vom Ende der zweiten Bebrütungswoche; obere Ansicht des Schädels, nach Entfernung des Gehirns und der Parostosen 234
63. Hühnchen vom zweiten Tage nach dem Ausschlüpfen; medianer Längsschnitt des Schädels nach Entfernung des Gehirns . . . 237
64. „ vom zweiten Tage; äussere seitliche Ansicht des Schädels . 340
65. „ „ „ „ untere Ansicht des Schädels, nach Entfernung des Unterkiefers 242
66. Huhn aus dem ersten Winter; medianer Längsschnitt des Schädels . . 246
67 – 71. Ansichten vom Bau der Nase beim Hühnchen aus dem ersten Winter 248
72. Huhn im Alter von mehreren Jahren; Seitenansicht des Schädels . . 249
73. „ „ „ „ „ „ untere Ansicht des Schädels nach Entfernung des Unterkiefers 251
74. Ausgewachsenes Huhn; Seitenansicht der Columella des Ohres 254
75. Huhn im Alter von mehreren Jahren; Hyobranchialapparat von oben gesehen 254

Fig.		Seite
76.	Schweinsembryo von $^2/_3$ Zoll Länge; Seitenansicht des Kopfes und Halses	263
77.	„ „ „ „ „ die einzelnen Schädelelemente in etwas schematischer Darstellung, von unten gesehen	265
78.	„ von $^2/_3$ Zoll Länge; Ansicht des Gaumens von unten .	267
79.	„ „ $1^1/_3$ Zoll Länge; medianer Längsschnitt des Kopfes, nach Entfernung der Nasenscheidewand	276
80.	„ von $1^1/_3$ Zoll Länge; hintere Ansicht eines Querschnitts durch die Basalregion des Schädels	279
81.	„ von $1^1/_3$ Zoll Länge; Seitenansicht des Mandibular- und Hyoidbogens	280
82.	„ von $2^1/_2$ Zoll Länge; untere Ansicht des Schädels, nach Entfernung des Unterkiefers	281
83.	„ von $2^1/_2$ Zoll Länge; verticaler Querschnitt des Kopfes, die Theile zwischen und unter den Augenhöhlen zeigend	284
84.	„ von 6 Zoll Länge; äussere Ansicht der Hinterhaupts- und der Ohrregion	287
85.	Neugebornes Schwein; äussere Ansicht der Ohrkapsel etc.	289
86.	Kette der Gehörknöchelchen	289

Bayerische
Staatsbibliothek
München

I. Capitel.

Vorbemerkungen aus der Entwickelungsgeschichte.

1. Beim Studium der Morphologie des Schädels ist es erforderlich, alle die Formen in Betracht zu ziehen, welche der Schädel von seiner ersten Entstehung im Embryo an bis zu seinem ausgewachsenen Zustande annimmt. Da eben die Elemente des Skelets im Kopfe schon auf einer sehr frühen Entwickelungsstufe auftreten, so wird Niemand ihre Natur vollständig begreifen können, ohne dass er sich einige Kenntnisse von den Vorgängen aneignet, vermittelst welcher sich der Körper eines Wirbelthiers aus seinem Keim hervorentwickelt. Demgemäss ist die folgende Übersicht dazu bestimmt, bei Denen, welche die Entwickelungsgeschichte praktisch oder durch Lectüre specieller Abhandlungen studirt haben, die Erinnerung daran aufzufrischen, und ebenso Andern die nöthige Belehrung zu geben, welche keine Zeit zu solchen Studien haben.

2. Das befruchtete und sich entwickelnde Ei aller Wirbelthiere enthält eine Membran, welche das Blastoderm oder die Keimhaut genannt wird und das Rudiment des künftigen Thieres ist. Dieselbe entsteht durch einen Segmentationsprocess, welcher im Einzelnen sehr verschiedenartig ablaufen und entweder das ganze primäre Ei oder nur einen Theil desselben ergreifen kann.

3. Auf der frühesten Stufe nach seiner Bildung besteht das Blastoderm aus drei Schichten von Zellen. Die oberste oder äusserste Schicht heisst Epiblast, die mittlere Mesoblast und die unterste oder innere Schicht Hypoblast. Aus dem Epiblast gehen hervor: 1) die ganze Epidermis und die epidermialen Anhangsgebilde des Körpers; 2) die epitheliale Auskleidung des Gehirn-Rückenmarkscanals und der von ihm abgeleiteten Bildungen, der Ventrikel des Gehirns;

3) die Nervencentren des Gehirns und Rückenmarks, und 4) verschiedene Theile der speciellen Sinnesorgane. Das Hypoblast ist die Quelle für das Epithelium des Nahrungscanals und aller der Organe, welche sich als Divertikel aus demselben entwickeln. Vom Mesoblast leiten sich sämmtliche übrigen Theile des Körpers ab, also die Muskeln, die Knochen, das Bindegewebe und die Blutgefässe, ferner die Fortpflanzungs- und Harnorgane, endlich die Dermis und die Schleimhäute des Nahrungscanals und der mit demselben in Verbindung stehenden Organe.

4. Um diese Mannichfaltigkeit von Theilen zu erzeugen, müssen sich die Schichten des Blastoderms an verschiedenen Stellen verdicken; Falten und Vertiefungen entstehen an manchen Stellen und bilden Taschen, Säcke, Röhren und Vorsprünge; das Mesoblast speciell spaltet sich in besondere Schichten. Zu gleicher Zeit verändern die Zellen, aus denen sich die einzelnen Schichten zusammensetzen, allmählich immer mehr ihren bisherigen Charakter, je weiter sie sich vermehren, und statt mehr oder weniger ähnlich zu bleiben, werden sie einander immer unähnlicher und specialisiren sie sich für die Functionen, welche sie im wachsenden Organismus zu erfüllen haben. In den meisten Fällen wächst das Blastoderm früher oder später rings um die den Dotter darstellende Masse von Ernährungsmaterial herum und schliesst dieselbe vollständig ein[1].

5. Ein Theil des Blastoderms entwickelt sich direct zum Embryo; unter den Functionen des übrig bleibenden Theils sind besonders wichtig die Absorption und Übertragung des Nährmaterials nach dem Embryo. Der Entstehungsort des letztern kennzeichnet sich sehr früh durch die Bildung einer Furche, welche eine ovale Fläche des Blastoderms abgrenzt. Der von ihr eingeschlossene Theil wird in der Folge zum Embryo und die Abgrenzung bildet sich dadurch immer bestimmter aus, dass die Furche, je mehr jener wächst, fortwährend immer mehr die eingeschlossenen Theile untergräbt. Indem sich diese Furche dann nach innen ausdehnt, reitet der Embryo gleichsam auf

[1] Diese Beschreibung gilt freilich nicht für die Säugethiere, wo kein eigentlicher Dotter vorkommt, allein die wesentlichen Thatsachen mit Absehung von denen, welche auf dem Vorhandensein des Dotters beruhen, behalten auch für sie ihre Richtigkeit. Es liegt ferner nicht in unserer Absicht, auch die Entwickelung des *Amphioxus* in dieser allgemeinen Übersicht mit zu berücksichtigen. Die Darstellung endlich in 6. erfordert einige Modificationen behufs ihrer Anwendung auf die Knochenfische.

dem übrigen Blastoderm, welches nun die Nabelblase genannt wird, und auf dem von ihm eingeschlossenen Dotter. Der Kopf des jungen Geschöpfes ist von Anfang an schon zu unterscheiden, indem er mit von dem am früheston entwickelten Theile der Furche am einen Ende des Ovals umschlossen wird. Im Spätern entstehen dann eigenthümliche häutige Anhänge, das Amnion und die Allantois, bei der Entwickelung verschiedener Wirbelthierclassen, hinsichtlich deren näherer Beschreibung der Leser jedoch auf allgemeine entwickelungsgeschichtliche Werke verwiesen werden muss.

6. Wir haben die Ausbildung eines einfachen longitudinal röhrenförmigen Embryos durch allmähliche Abschnürung eines Theiles des Blastoderms vom übrigen beschrieben. Gleichzeitig mit diesem Process verläuft aber ein anderer, durch welchen eine zweite longitudinale Röhre parallel mit der ersten und unmittelbar über ihr gebildet wird. Dieselbe entsteht durch das Emporwachsen zweier Parallelfalten aus der obern Fläche des Embryos längs seiner Achse, so dass zwischen ihnen eine seichte longitudinale Grube bleibt. Diese Medullarfalten wachsen bis zu einer bestimmten Höhe, wölben sich dann einander entgegen und verwachsen an einer längeren oder kürzeren Strecke miteinander, so dass eine an beiden Enden offene Röhre entsteht; es ist dies das Nervenrohr, in Verbindung mit welchem das cerebrospinale Nervensystem seine Entstehung nimmt. Auch die vordere und die hintere Öffnung schliessen sich längere oder kürzere Zeit nach ihrer Bildung.

7. Dieses Nervenrohr wird nothwendigerweise von Epiblast ausgekleidet, da es ja an der obern oder epiblastischen Seite des Embryos entsteht. Nachdem es sich geschlossen hat, finden wir dann wieder eine äussere epiblastische Oberfläche wie zuvor, aber auch ein inneres Epiblast, welches die Röhre auskleidet. Zwischen diese beiden Schichten dringt das wachsende Mesoblast immer weiter vor, bis es die äussere Lage des Epiblasts von der innern vollständig getrennt hat. Der Neuralcanal bezeichnet die Rückenseite des Embryos, während die unterhalb desselben liegenden Theile der Bauchseite des Körpers angehören.

8. Die ursprüngliche Embryonalhöhle oder der Raum, welcher durch die Furche immer vollständiger abgeschnürt wird, je weiter diese nach innen vorwächst, gestaltet sich später durch einen Spaltungsprocess, welcher das Mesoblast in zwei Schichten trennt, zu einer

doppelten Röhre. Die innere von diesen beiden Schichten bildet da, wo sie mit dem Hypoblast in nähere Beziehung tritt, mit demselben eine Membran, welche Splanchnopleura („Darmseitenplatte") oder Darmwandung genannt wird, während die äussere Schicht des Mesoblasts mit dem zugehörigen Epiblast als Somatopleura („Körperseitenplatte") oder Körperwandung bekannt ist. Die Splanchnopleura wächst auf der Bauchseite des Embryos rascher nach innen als die Somatopleura und bildet auf diese Weise sehr frühe schon ein wohl abgegrenztes Nahrungsrohr, das sich von dem Nabelbläschen abschliesst. Dabei bleibt also ein Hohlraum rings um den Nahrungscanal zwischen der Somatopleura und der Splanchnopleura: dies ist die Pleuroperitonealhöhle. Indem die Somatopleura jeder Seite etwas langsamer gegen die Mittellinie der Bauchseite hereinwächst, trifft sie doch schliesslich mit der der andern Seite zusammen und verschmilzt mit ihr, um die Bauchwand zu bilden.

9. Die wichtigeren Organe des Körpers, welche den Nahrungscanal umgeben, entwickeln sich 1) als taschen- oder röhrenförmige Ausstülpungen des Verdauungsrohres an verschiedenen Stellen: — indem diese Röhren sich weiter verzweigen und von differencirtem Mesoblast umgeben werden, nehmen sie allmählich charakteristische Formen an und erfüllen den grössten Theil des ursprünglichen Pleuroperitonealraumes, von welchen sie jedoch auf allen Seiten umschlossen sind; die Lungen, die Leber und das Pankreas sind gute Repräsentanten dieser Gruppe; natürlich enthalten hienach alle diese Organe Hypoblast; — 2) als Verdickungen und Ausbildungen des Mesoblasts unabhängig vom Hypoblast oder Epiblast; dahin gehören die Wolff'schen Körper, die Nieren und die Geschlechtsorgane.

10. Sehr früh entsteht ein Gebilde von grosser Wichtigkeit längs der Axe des Embryos zwischen dem Nerven- und dem Darmrohr. Die eine oder die andere der ursprünglichen Keimschichten[2] gibt einer medianen langgestreckten Gruppe von Zellen den Ursprung, welche einen Axenfaden unterhalb des Nervenrohrs darstellen. Vorne erstreckt sich dieser Faden, welcher Chorda dorsalis oder Notochord genannt wird, nicht ganz so weit als der Nervencanal. — Die Bildung der Gliedmaassen als paariger Auswüchse von lateralen Erhebungen an

[2] Die Controverse, in welche die Frage über den Ursprung der Rückensaite gegenwärtig noch verwickelt ist, macht diese unbestimmte Ausdrucksweise nothwendig.

den Seiten des Embryos braucht unsere Aufmerksamkeit hier nicht in Anspruch zu nehmen.

11. Das Nervenrohr und die ersten Rudimente des Nervensystems im vorderen Abschnitte des Körpers zeigen sehr früh eine Differencirung von den entsprechenden Theilen hinter ihnen. Das Kopfende des Rohrs erweitert sich in Gestalt einer Birne; diese Erweiterung nimmt dann nach allen Richtungen zu und ihre Wandungen erhalten eine Reihe von Einschnürungen. Schliesslich entstehen aus dem Vorderende des Rohres drei Gehirnbläschen, eines hinter dem andern, deren Höhlungen offen mit dem übrigen Theil des Rohres dahinter communiciren, welches letztere von nun an als Rückenmarkscanal unterschieden wird. Die unter dem Nervenrohr liegende Chorda dorsalis schliesst kurz hinter dessen Kopfende ab, indem sie unterhalb der mittleren oder der hinteren Gehirnblase endigt. Das Nervengewebe, welches in den Wandungen dieser Gehirnblasen zur Differencirung gelangt, stellt dann die drei Hauptabtheilungen des Gehirns dar: das Vorder-, das Mittel- und das Hinterhirn. Schliesslich umfasst das Mesoblast auch die Schädelhöhlung ebenso wie vorher den Rückenmarkscanal.

12. Während die Gehirnblasen nach allen Richtungen sich vergrössern, wird ihre Zunahme doch keineswegs von einer entsprechend hohen Ausbildung des vordern Theiles des untern oder des Darmrohres begleitet. In Folge dessen besteht der Kopf in einer frühen Entwickelungsperiode hauptsächlich nur aus den grossen neuralen Vorragungen und diese biegen sich sogar um das vordere Ende der Chorda dorsalis und des Nahrungsrohres herum nach unten. Diese Krümmung, welche an einer Stelle unterhalb des mittleren oder hinteren Theiles der mittleren Gehirnblase Platz greift, heisst die mesocephalische Krümmung (weniger genau die Kopfkrümmung oder Kopfbeuge). Die erste Gehirnblase erhält demgemäss ihre Lage vorn unten, die zweite vorn oben. Neben dieser bestimmt ausgesprochenen mesocephalischen Krümmung findet sich in manchen Fällen noch eine erhebliche ventrale Krümmung des Körpers und ganz besonders des Nackens. Eine der merkwürdigsten Erscheinungen in der Entwickelung der Wirbelthiere ist in der That die Art und Weise, wie die Schädelaxe nachträglich wieder annähernd gerade gestreckt wird, während zugleich die ventralen Anhänge des Schädels einen hohen Grad der Ausbildung erlangen.

13. Die erste Gehirnblase vergrössert sich der Quere nach und die so gebildeten seitlichen Vorragungen schnüren sich nach einiger Zeit von dem axialen Abschnitt ab. Auf solche Weise entstehen die gestielten Augenblasen, welche in einer spätern Periode, indem ihnen von aussen her eingestülptes Epiblast entgegenwächst, so eingetieft werden, dass die äussere Wandung der innern concaven Wandung gegenüber zu liegen kommt, ungefähr so, wie ein hohler Gummiball von der einen Seite eingestossen werden kann, bis dieselbe die entgegengesetzte Wand des Balles berührt. Die Stiele der Augenblasen werden in der Folge zu dem, was als Augennerven bezeichnet wird. Diese Nerven scheinen bald nachher ganz von der Unterseite des Gehirnes auszugehen, weil nämlich die Einschnürung, durch welche sich die Augenblasen abgrenzen, oben viel tiefer eindringt als unten, so dass in Folge dessen der Stiel abwärts gegen die Basis des Gehirns gedrängt wird.

14. Die erste Gehirnblase behält ihre unterscheidende Benennung Vorderhirn und gibt den Grosshirnhemisphären den Ursprung, welche sich nicht durch einen Stiel von der Axe abschnüren und welche bei den höhern Wirbelthieren das Übergewicht über alle andern Gebilde im Schädel erlangen. Die Hemisphären selbst lassen an ihrer Vorderseite kleinere Vorragungen heraussprossen, welche das Paar der Lobi olfactorii bilden, von denen in der Folge die Riechnerven abstammen. Der Rest der primären Gehirnblase bildet das, was als die Höhle des dritten Ventrikels bekannt ist, weil nämlich die seitlichen Höhlungen oder die Ventrikel der Hemisphären ursprünglich in der Topographie des Gehirns als die ersten beiden Ventrikel bezeichnet worden sind. Von der Mitte des Bodens des dritten Ventrikels, welcher der Regel nach das hinterste von den aus der ursprünglichen ersten Blase hervorgegangenen Elementen wird, entsteht ein trichterförmiger Fortsatz, das Infundibulum, welches sich nach unten erstreckt, bis es sich mit dem Pituitarkörper (Glandula pituitaria oder Hypophysis cerebri) verbindet, welcher am äussersten Vorderende des Nahrungscanals liegt.

15. Die noch übrig bleibenden wichtigeren Theile des Gehirns mögen hinsichtlich ihrer Beziehungen zu den primären Gehirnblasen hier noch kurz erwähnt werden. Die mittlere Blase lässt die Lobi optici (Corpora quadrigemina der Säugethiere) und die Crura cerebri (Gehirnschenkel) entstehen, wo diese letzteren deutlich ausgebildet sind. Ihre Höhlung wird bei den höhern Formen zu einem engen Canal

zwischen dem dritten und vierten Ventrikel, d. h. also zwischen den primären Höhlungen des Vorder- und des Hinterhirnes, reducirt. Im letzteren entwickelt sich das Dach vorne zum Cerebellum (Kleinhirn), und der dahinter folgende Boden der Höhle bildet die Medulla oblongata (das verlängerte Mark).

16. Die wichtigeren Gehirnnerven mit Ausnahme der Riech- und Sehnerven, von denen bereits gesprochen wurde, entstehen auf beiden Seiten des Bodens des Hinterhirns und in einigen Fällen sicherlich als Auswüchse desselben. Es finden sich da vier wesentliche Massen, von denen zwei nahe dem vordern Ende der Chorda dorsalis liegen, während die beiden andern sich an der hintern Grenze des Kopfes befinden. Die erste ist das Rudimentdes Nervus trigeminus; sie spaltet sich bald peripherisch und der eine Ast geht nach vorn zum Augapfel, der andere nach unten zum Unterkiefer. Die zweite Masse wird zum Facialis, die dritte und vierte zum Glossopharyngeus und Vagus (oder Pneumogastricus). Alle diese Nerven besitzen an ihrem cerebralen Ende oder in der Nähe desselben besondere Ganglien.

17. Drei Paare von taschenförmigen Einstülpungen des Epiblasts entstehen an der Aussenseite der primären membranösen Schädelhöhle und tragen zur Bildung von speciellen Sinnesorganen bei. Das Mesoblast ordnet sich in eigenthümlicher Weise rings um diese Taschen an und schneidet die Communication zwischen der Tasche und dem äussern Epiblast mehr oder weniger vollständig ab.

18. Das vorderste von diesen Organen sind die Nasensäcke, welche stets ursprünglich mit dem Vorderhirn in näherer Beziehung stehen und gewöhnlich unterhalb desselben liegen. Ihre Einstülpung zeichnet sich durch den vorspringenden Rand aus, welcher sie umgrenzt. Dieser Rand kann in gewissen Fällen in seinem untersten Abschnitte fehlen, und wenn der Fortsatz, welcher die äussere Seite des Mundes abgrenzt, über denselben hinwegwächst, um sich mit der Oberlippe zu vereinigen, so entsteht aus dieser unvollständigen Umgrenzung ein kurzer Canal, der im Dache der Mundhöhle sich öffnet, während die Mündung der ursprünglichen Einstülpung ihre bestimmte Lage am Gesicht erhält. Auf solche Weise bilden sich zwei nasale Öffnungen, eine vordere und eine hintere oder eine obere und eine untere. Die untern Öffnungen können dann manchmal in der Mundhöhle nach hinten gedrängt werden, indem sich unterhalb derselben secundär besondere Platten ausbilden, die ihnen den Zugang zum vordern Theil der Mundhöhle

verschliessen und blos noch die Communication nach hinten offen lassen.

19. Bei ihrer weitern Ausbildung wird jede nasale Tasche zu einem Hohlraum, der von einer sehr empfindlichen Haut ausgekleidet ist, welche zum Theil mit besonderen Nerven von den Riechlappen des Gehirnes aus versorgt wird. Meistens sind die Nasenhöhlen labyrinthartig ausgedehnt, d. h. die Oberfläche der sie auskleidenden Membran wird durch das Vorspringen complicirter Faltungen in die Höhle mannichfach vergrössert und letztere werden durch entsprechendes Wachsthum von harten Theilen gestützt. Diese aber leiten sich von dem Skelet des Schädels ab oder stehen mit demselben in directer Verbindung und spielen demgemäss in der Morphologie des Schädels eine grosse Rolle.

20. Das zweite Paar von Einstülpungen, die Augensäcke, ist gewöhnlich viel grösser als die der Nase. Ihre ursprüngliche Lage ist über und hinter den Riechsäcken zu beiden Seiten des Mittelhirns, allein diese Anordnung wird später sehr häufig verändert und sie lagern sich zur Seite oder oft auch unterhalb des Vorderhirnes — in einzelnen Fällen beinahe ganz vor demselben. Die Augentaschen von Epiblast wachsen nach innen, bis sie auf die Augenblasen des Gehirns treffen und die äussere Hälfte derselben einwärts vordrängen, so dass diese in Berührung mit ihrer innern Fläche kommt; hieraus geht jenes becherartige Gebilde hervor, welches im Späteren die Retina darstellt. Diese epiblastische Masse wird sodann vollständig von der Aussenseite abgeschnitten und bildet die Krystalllinse. Mesoblastische Wucherungen bilden endlich alle übrigen Theile des Augapfels. Die Gestalt des Auges wird hauptsächlich durch eine starke fibröse Membran, die Sklerotica bestimmt, welche oft knorpelig wird und sogar Verknöcherungen zeigt, die als Skleroticalplatten bekannt sind; da jedoch die Augäpfel beweglich sein müssen, so treten die Skleroticalplatten nirgends mit dem Schädelskelet in näheren Zusammenhang, sie werden daher auch in den folgenden Seiten kaum irgendwo Erwähnung finden.

21. In den meisten Fällen wird eine grosse Höhlung, die Orbita oder Augenhöhle genannt, die sich nach aussen öffnet und von Skelettheilen umgrenzt ist, ausgebildet, um die beweglichen Augäpfel aufzunehmen und zu beschützen. Das Studium der Orbita ist in der Morphologie des Craniums von hohem Interesse, es wird aber trotzdem verhältnissmässig einfach in Folge der Thatsache, dass das Sinnesorgan

sammt seiner eigenthümlichen Skeletumhüllung vollständig innerhalb der Augenhöhle liegt. Es kommt nicht zu einer Durchflechtung verschiedener Theile oder zu einer Complication von Regionen. Eine ursprüngliche Spalte besteht zwischen der Augeneinstülpung und dem Kiefergaumenfortsatz, welcher die Mundhöhle begrenzt. Diese Spalte öffnet sich in das Dach der letzteren, wo kein secundärer Gaumen zur Ausbildung kommt, dagegen in den Nasengang, wo ein solcher Gaumen besteht. Sie wird verschiedentlich sowohl als Thränencanal wie als Orbitonasalcanal bezeichnet.

22. Das dritte Paar von speciellen Sinnesorganen, die Gehörsäcke, beginnt in Gestalt umfänglicher Einstülpungen des Epiblasts zu beiden Seiten des Hinterhirns. Die epiblastische Tasche höhlt sich sehr bald aus und die Höhlung erweitert sich schon früh zu bedeutenden Dimensionen und entsendet verschiedene Fortsätze, welche das Gehörlabyrinth darstellen. Ein mesoblastisches Gewebe umgürtet diese Fortsätze und bildet eine harte Umhüllung für das ganze Organ. Zuerst ist diese Umhüllung gewöhnlich vom eigentlichen Cranium gesondert, allein bald verwachsen sie miteinander und die Theile beider verschlingen sich manchmal in beinah unentwirrbarer Weise in einander.

23. Der Hauptheil des Hohlraumes des Gehörlabyrinths wird als Vorhof (Vestibulum) bezeichnet; dasselbe besitzt einen nach oben und hinten gerichteten Fortsatz, den Aquaeductus vestibuli, nach der Stelle der ursprünglichen Einstülpung hin, an welchem Orte auch eine lange persistirende offene Stelle oder eine Fenestra verbleibt. Hohle Fortsätze entspringen aus dem Vestibulum an seiner vordern, hintern und äussern Seite, und indem sie weiter wachsen, drängt sich Mesoblast in ihre concave Seite herein, so dass ihre Peripherie als durchgängiges Rohr übrig bleibt, welches dann eine Krümmung beschreibt, die manchmal grosse Aehnlichkeit mit einem Halbkreis hat; daher werden diese drei Röhren die halbcirkelförmigen Canäle des Ohres genannt. Sie finden sich in derselben relativen Lage bei allen Wirbelthieren mit Ausnahme der niedrigsten. Das eine Ende jedes Rohres erweitert sich, wo es in das Vestibulum ausmündet, und bildet dort eine sogenannte Ampulle. Ein anderer Fortsatz des Vestibulums, welcher nach vorn und unten in die Masse der Gehörkapsel eindringt, entwickelt sich zu der einfachen kegelförmigen Schnecke (Cochlea) der Vögel oder zu der spiralig gewundenen Schnecke der Säugethiere.

24. Fast bei allen Wirbelthieren wird die mesoblastische Umhüllung der Gehörkapsel zuletzt knorpelig und sehr oft auch knöchern, aber der Knorpel ist kaum je auf allen Seiten vollständig zusammenhängend. Er kann unvollständig sein nach innen zu, auf der cranialen Seite, oder es können sich an ihm Fenestrae auf der Aussenseite bilden, wo das Labyrinth an gewisse secundäre Gebilde angrenzt, die aber nur bei den höhern Wirbelthieren getroffen werden.

25. Ein anderes specielles Sinnesorgan, dasjenige des Geschmacks, wird durch epiblastische Einstülpung am Kopfe gebildet. Dasselbe bietet nicht ein paariges Aussehen, indem seine Einstülpung nur einen Theil derjenigen der Mundhöhle oder des Vestibulums des Darmcanals darstellt, welche überdies noch manche andere Functionen ausser derjenigen des Geschmackes besorgt. Diese Mundeinstülpung tritt sehr früh in dem Winkel zwischen der abwärts gebogenen Gehirnblase und dem vordern Ende des Nahrungsrohres auf. Das nach aussen vom letzteren liegende Mesoblast wächst ventral und lateral nach vorne und umfasst auf diese Weise eine Vertiefung an der untern Fläche des Kopfes, in welche das reichlich hereinwachsende Epiblast aufgenommen wird. Die hintere Grenze dieser Einstülpung liegt ungefähr gleich weit nach hinten wie das vordere Ende des Hinterhirns. Erst in einer verhältnissmässig späten Periode stellt eine Spalte die Communication zwischen dem Nahrungscanal und der Mundhöhle her.

26. Ziemlich an der Vereinigungsstelle dieser beiden Höhlungen wird ein Divertikel des Epiblasts entsendet, welches nach oben in den Boden des Craniums eindringt: dieses bildet den Pituitarkörper (die Hypophysis), von dem bereits die Rede war (§ 14, S. 6). Der die Verbindung mit dem Hohlraum unterhalb herstellende Stiel obliterirt und der Pituitarkörper behält in der Folge stets eine bestimmte Lage am Boden des Schädels vor dem vordern Ende der Chorda dorsalis.

27. Der Mund, der Hals und der Nacken sind Theile, welche am Embryo noch kaum erst differencirt sind, wenn die Gehirnblasen bereits eine hohe Entwickelung erlangt haben. Später nehmen diese noch bedeutend an Grösse zu und wachsen sowohl vorwärts als rückwärts. Das Mesoblast spaltet sich nicht an seinem äussersten Vorderende, um eine besondere Darmwandung innerhalb der Körperwandung zu bilden; demgemäss zeigt ein Querschnitt unterhalb des vordern

Endes der Chorda dorsalis nur eine einfache röhrenförmige Höhlung, welche den Anfang des Verdauungsorganes darstellt. In dieser Gegend entsteht aber, wenn sie an Ausdehnung gewinnt, eine Reihe von Verdickungen auf beiden Seiten in einer verticalen Fläche, welche die sogenannten Visceralfalten bilden. Im Allgemeinen krümmen sich dieselben etwas nach vorn gegen die Mittellinie der Unterseite und die vorderste derselben wächst ganz besonders stark nach vorn, um die ovale Einstülpung des Epiblasts zu umfassen.

28. Die grösste Anzahl solcher Falten, welche bei Wirbelthieren vorkommt, ist neun, meistens jedoch treten nicht mehr als sechs auf. Das erste Faltenpaar nennt man die Mandibular-, das zweite die Hyoidfalten, die übrigen sind die branchialen Falten. Die Furchen zwischen den einzelnen Falten gelangen meistens in grösserer oder geringerer Ausdehnung zum Durchbruch, so dass sich auf diese Weise eine Reihe von Visceralspalten bildet, welche entweder das ganze Leben über offen bleiben können und dann eine Verbindung zwischen dem Hohlraum des Schlundes und der Aussenwelt darstellen, oder aber es verschliessen sich einige dieser Spalten oder selbst alle auf einer spätern Entwickelungsstufe und verbleiben auch während des Lebens des Thieres in diesem Zustande.

29. Die Umgrenzungen des Mundes werden ursprünglich hergestellt 1) von vorn durch den Stirnnasenfortsatz, welcher das Ende der Wandung des Kopfes unterhalb des Vorderhirns und zwischen den beiden Riechsäcken ist; 2) von oben durch den Boden der Gehirnblasen, woraus der primäre Gaumen hervorgeht; 3) von den Seiten und etwas von oben durch die Kiefergaumenfortsätze, welche längs der Grenze des primären Gaumens zu beiden Seiten vom obern Ende der Mandibularfalten nach vorn wachsen, und 4) von unten her durch die Mandibularfalten selbst.

30. Die Visceralfalten und insbesondere diejenigen, die wir als branchiale bezeichnet haben, stellen die Grundlage für die Ausbildung von Kiemen in mannichfacher Form dar, welche nun das ganze Leben über oder nur während eines Theils der embryonalen Existenz fortbestehen können. Bei den höhern Formen, wo gar keine Kiemen zur Ausbildung kommen, ist das Auftreten der Branchialfalten in hohem Grade reducirt, obschon nicht minder bestimmt und unzweifelhaft als in den andern Fällen.

31. Eine kurze Übersicht über die Verhältnisse des Gefässsystems mag diese allgemeine Darstellung beschliessen und uns ermöglichen, zur speciellen Geschichte der Elemente des Skelets überzugehen. Das Herz bildet sich im Mesoblast im vordern Abschnitt des pleuroperitonealen Hohlraumes. Von seinem vordern Ende erstreckt sich ein Rohr in das Mesoblast der ventralen Mediallinie hinein: es ist dies der Bulbus aortae. Derselbe setzt sich längs dieser ventralen Linie bis in die Gegend der Visceralfalten fort und gibt dort eine Reihe von Ästen ab, welche das Vorderende des Nahrungscanals umfassen, indem je einer auf der äussern und obern Seite jeder Visceralfalte emporsteigt, um die Dorsalseite des Schlundes zu gewinnen. Diese Canäle oder Aortenbogen vereinigen sich dann wieder, um ein Paar von Röhren zu bilden, welches dem entspricht, aus dem sie an der Bauchseite ihren Ursprung genommen haben, und diese dorsalen Röhren verlaufen rechts und links von der Chorda dorsalis in einigem Abstand von derselben nach hinten, vereinigen sich aber früher oder später mit einander, um die primäre dorsale Aorta zu bilden.

32. Die Aortenbogen behalten ihre ursprüngliche Anordnung im ausgewachsenen Zustande niemals bei. Sie behaupten dieselbe noch am vollkommensten in den dauernd mit Kiemen ausgestatteten Formen, aber einer oder zwei der vordersten Bogen verlieren stets ihre Verbindung mit dem dorsalen Rohr und versehen mittelst secundärer Verzweigungen den Kopf und das Gehirn mit Blut. Ein Paar dieser Gefässe, die Arteriae carotides internae, werden auf den folgenden Seiten Erwähnung finden, da sie unter ganz bestimmten Lagebeziehungen in die Schädelhöhle eintreten. Andere Abschnitte der Aortenbogen differenciren sich in den kiemenlosen Zuständen oder Formen der höhern Wirbelthiere und liefern dort die Blutgefässe für innere Athmungsorgane, bis schliesslich nur zwei Paare oder nur ein Paar oder sogar nur ein einziger Aortenbogen im ausgewachsenen Thiere in offener Verbindung mit der dorsalen Aorta übrig bleibt.

33. Die Skelettheile, mit denen wir uns zu beschäftigen haben, entstehen ausschliesslich nur als Bildungen des Mesoblasts. Sehr früh schon theilt sich das Mesoblast zu beiden Seiten des Nervenrohrs hinter dem Kopfe durch quere Einschnitte in eine Längsreihe von mehr oder weniger bestimmt abgegrenzten Segmenten, die Urwirbel

(Protovertebrae). Dieselben erstrecken sich rückwärts ebenso weit, als das hintere Ende des Neuralcanals reicht, hören aber vorn mit einem Male in der Gegend des hintern Endes der dritten Gehirnblase auf. Das wenig differencirte Mesoblast wächst dann nach oben, so dass es das Nervenrohr umfasst, und hüllt auch die Chorda dorsalis vollständig ein.

34. Wenn die Verknorpelung Platz greift, so wird die Chorda von einer continuirlichen Knorpelhülle umgeben. Dieser Knorpel zerfällt aber schliesslich in vertebrale Stücke, so dass die Grenzen zwischen den an einander stossenden Wirbeln die Mitte halten zwischen den Trennungsflächen der Urwirbelsegmente; es entspricht demnach jeder Wirbelkörper den sich berührenden Theilen zweier Urwirbel. Seitliche vertebrale Knochenmassen erstrecken sich dann allmählich zu beiden Seiten rings um den Rückenmarkscanal empor, so dass sie neurale Bogen bilden, welche in einer spätern Periode an der dorsalen Seite des Canals mit einander verschmelzen.

35. Um die Zeit, wo der Wirbel vollständig in Knorpelmasse ausgebildet ist, beginnt die Chorda dorsalis gewöhnlich sich rückzubilden, besonders da, wo sie von den Körpern oder Centren der Wirbel rings umschlossen wird. An diesen Stellen kann sie vollkommen dem Untergang anheimfallen. Sehr häufig jedoch erhalten sich Reste der Chorda dorsalis in den intervertebralen Zwischenräumen.

36. Die Verknöcherung der Wirbel beginnt in der Gegend des Wirbelkörpers, welcher unmittelbar die Chorda dorsalis umgibt. Andere Verknöcherungsmittelpunkte entstehen je einer auf jeder Seite des Rückenmarkscanals. Wo Rippen zur Ausbildung kommen, wachsen dieselben von der Gegend der Wirbelkörper nach aussen. Einzelne Rippen können sich in der Körperwandung vollständig rings herum erstrecken, so dass sich die entsprechenden Paare an der Bauchseite wieder begegnen, und eine Verbindung zwischen mehreren auf einander folgenden dieser medioventralen Theile wird hergestellt, indem sich ein knorpeliges Sternum bildet. Die Rippenbogen verknöchern von einem oder zwei Mittelpunkten an jeder Seite aus; das Sternum entsteht oft aus mehreren paarigen Verknöcherungspunkten.

37. Im Kopfabschnitt entstehen zur Seite der Chorda dorsalis keine Urwirbel. Ein grosser Theil des Mesoblasts, welcher das Gehirn umhüllt und die Visceralfalten und andere zum Kopf gehörige

Fortsätze bildet, erfährt eine allmähliche, aber sehr frühzeitige Umwandlung in Knorpelsubstanz, welche bestimmte Skeletzüge darstellt, bevor noch Intercellularsubstanz aufgetreten ist. Es ist der Zweck der folgenden Blätter, in den verschiedenen Typen der Wirbelthiere die Entstehung und spätere Geschichte dieser knorpeligen Züge und der innerhalb derselben oder in deren Nähe sich entwickelnden Knochen zu verfolgen.

II. Capitel.

Der Schädel des Hundshais und des Rochen.

38. Die Eier der Elasmobranchier (Selachier), von denen als Hauptvertreter die Haifische und die Rochen bekannt sind, besitzen, wenn sie abgelegt werden, als Umhüllung eine feste hornige Kapsel oder „Bursa“, welche vom Eileiter abgesondert worden ist. Diese Kapsel ist von der Gestalt eines Kissens, dessen Ecken bei den Rochen spitz auslaufen, während sie beim grossen Haifisch und dem Hundshai in lange rankenähnliche Fortsätze ausgezogen sind. Der Embryo bleibt ungefähr sechs Monate lang nach Ablegung des Eies von seiner Schale umschlossen und während dieser Zeit gehen die wichtigsten Umwandlungen vor sich.

Erstes Stadium.

39. Bei Embryonen des kleinen gefleckten Hundshaies *(Scyllium canicula)* von acht Linien bis ein Zoll (engl.) Länge[1] sind der Kopf und die Kiemenregion verhältnissmässig gross und auffällig und äussere Kiemen sind vorhanden; der Körper aber ist sehr schlank und verdünnt sich zu einem langen fadenförmigen Schwanz. Der Embryo ist ausserordentlich beweglich und es hängt ihm ein Dottersack von ungefähr dreiviertel Zoll im Durchmesser an.

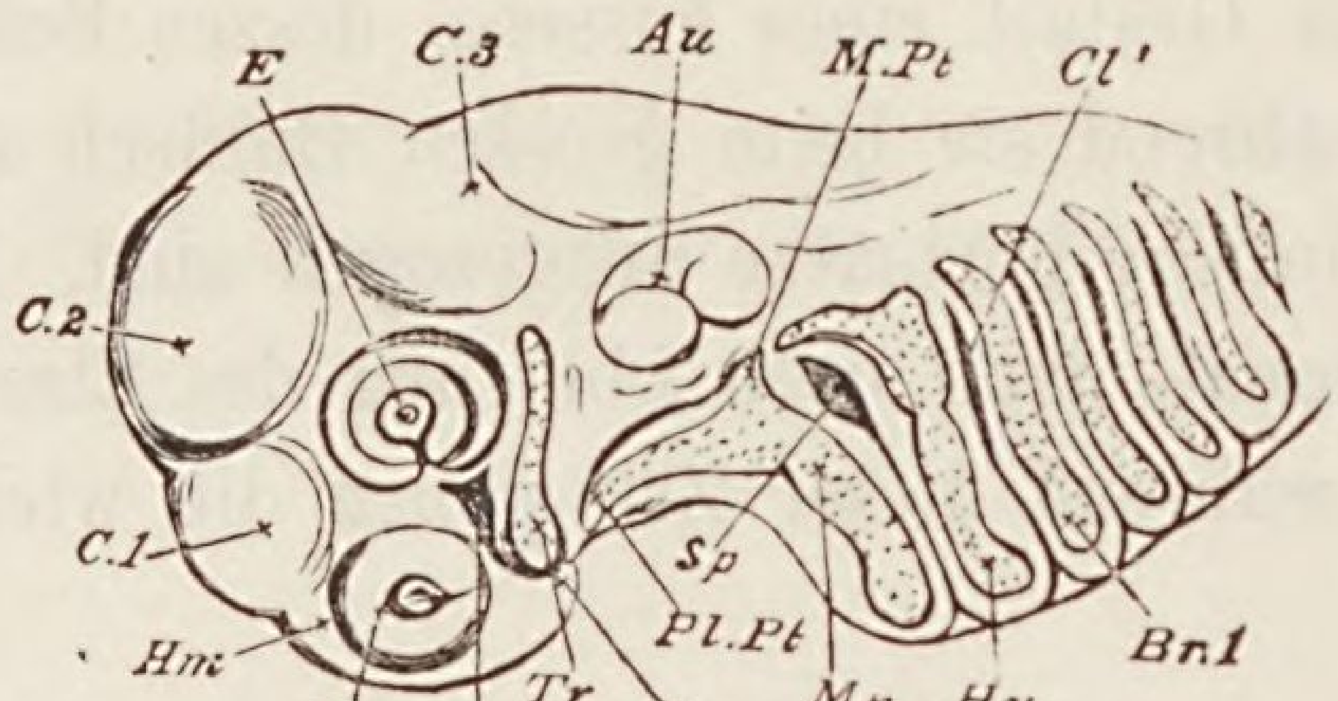
40. Das Nervenrohr ist am Kopf vollständig geschlossen, aber die Bedeckung der dritten oder hintersten Gehirnblase ist sehr dünn. Die letztere Blase (Fig. 1 u. 2, *C. 3*) liegt unmittelbar über dem Vorderende der Chorda dorsalis; die zweite Blase *(C. 2)* befindet sich

[1] Diese Embryonen entsprechen in den meisten Hinsichten den Stadien *M.* und *N.*, welche Herr Balfour beschrieben und abgebildet hat (Journ. Anat. Vol. X, p. 563 und Tafel XXV).

dicht vor der Chorda und bildet den am weitesten nach vorn vorspringenden Theil des Kopfes, während die erste Blase *(C. 1)* unterhalb der zweiten und vollständig unter dem Niveau der Chorda und zugleich vor derselben liegt. Somit ist die mesocephalische oder Kopfkrümmung bereits vollständig ausgebildet.

41. Jede Sinneskapsel ist in sehr rudimentärem Zustande sichtbar als Einfaltung des Epiblasts an der Seite des Kopfes. Diese Einfaltungen sind zu dieser Zeit noch von annähernd gleicher Grösse. Die Nasensäcke (Fig. 1. *Na*) liegen an der untern seitlichen Fläche des Kopfes, nach aussen von der ersten Gehirnblase. Die jungen Augäpfel *(E)* stehen beinahe senkrecht über den Nasensäcken, und oberhalb jedes Augapfels findet sich eine wohl zu beachtende Erhebung der Haut, das Supraorbitalband. Die Ohrsäcke *(Au)* haben eine höhere Lage und stehen weiter hinten, den hintern Theil der dritten Gehirnblase berührend.

Fig. 1.



Kopf eines Haifischembryos von elf Linien Länge.

Tr Trabecula, *Pl. Pt.* Palatopterygoid, *M. Pt* Metapterygoidabschnitt, *Mn* Mandibularknorpel, *Hy* Hyoidbogen, *Br. 1* erster Kiemenbogen, *Sp* Mandibulo-Hyoidspalte (Spiraculum), *Cl. 1* erste Kiemenspalte, *Lch* sogenannte Lacrymalspalte, *Na* Nasenanlage, *E* Augapfel, *Au* Ohrmasse, *C 1, 2, 3* Gehirnblasen, *Hm* Hemisphären, *f. n. p* Stirnnasenfortsatz.

42. An der Unterseite des Kopfes findet sich ein grosser viereckiger Mund, der von vorn durch die mediane, nach vorn und unten gerichtete Vorragung des Kopfes, den sogenannten Stirn-Nasenfortsatz *(f. n. p.)*, welcher zwischen den beiden Nasensäcken liegt, von hinten durch den rudimentären Unterkiefer *(Mn)* und seitlich durch einen Fortsatz begrenzt wird, der vom obern Ende jeder Hälfte der Mandibel nach vorn sich erstreckt *(Pl. Pt)*. Hinter dem Munde sind auf jeder Seite sechs Spalten erkennbar *(Sp., Cl)*, welche sich von der neuralen Gegend des Halses nach unten gegen

die hämale Gegend biegen und einander annähernd parallel laufen. Die Spalten der einen Seite entsprechen denen der andern, aber sie vereinigen sich nicht unterhalb.

43. Dicke und ein wenig vorspringende Streifen treten zwischen den Visceralspalten hervor und von der Aussenfläche jedes Streifens oder Bogens entspringt eine Reihe langer fadenförmiger äusserer Kiemen. Das Herz ist unter der durchsichtigen Haut in der Mittellinie der Unterseite zwischen und unter den hintersten der eben beschriebenen Bogen deutlich sichtbar. Hinter dem Herzen folgt der Nabel und zu jeder Seite der Nabelregion springt das Rudiment einer Brustflosse nach aussen vor.

44. Die Chorda dorsalis liegt im Kopfabschnitt (Fig. 2, *nc.*) unterhalb der Nervenaxe, ist etwas nach unten gebogen[2] und spitzt sich zu gleicher Zeit allmählich zu. Sie erstreckt sich nicht so weit nach vorn wie die dritte Gehirnblase, sondern endigt über der Mitte des Mundes. Bei Embryonen des Hundshaies von gleichem Stadium und ebenso bei solchen von *Pristiurus* hat man das Vorderende der Chorda mit perlschnurförmigem Umriss beobachtet, indem dieselbe in der Strecke zwischen ihrem vordern Ende und der Mitte der Gehörregion fünf bis sieben kugelige Auftreibungen zeigte.

45. Der Pituitarkörper *(py)*, welcher hinter der ersten oder untern Gehirnblase liegt und mit ihr durch den Trichterfortsatz zusammenhängt, befindet sich dicht vor dem Vorderende der Chorda und etwas unterhalb derselben. Er bildet auf diese Weise die untere Abgrenzung eines Raumes, der durch die Krümmung der Nervenaxe hergestellt wird und der Innenseite des Hakens eines Bischofsstabes ähnlich sieht. Dieser Raum wird von zartem Gallertgewebe erfüllt, es ist dies die vorübergehende „mittlere Trabecula“ von RATHKE.

46. Flache Streifen von Knorpelanlagen, die Parachordalstreifen[3], findet man um diese Zeit im hintern Theile der Basis des Schädels zu beiden Seiten der Chorda; dieselben erstrecken sich nach hinten in den Nacken hinein in einer drei- bis viermal grössern Ausdehnung, als ihr dem Schädel angehöriger Abschnitt beträgt, ohne

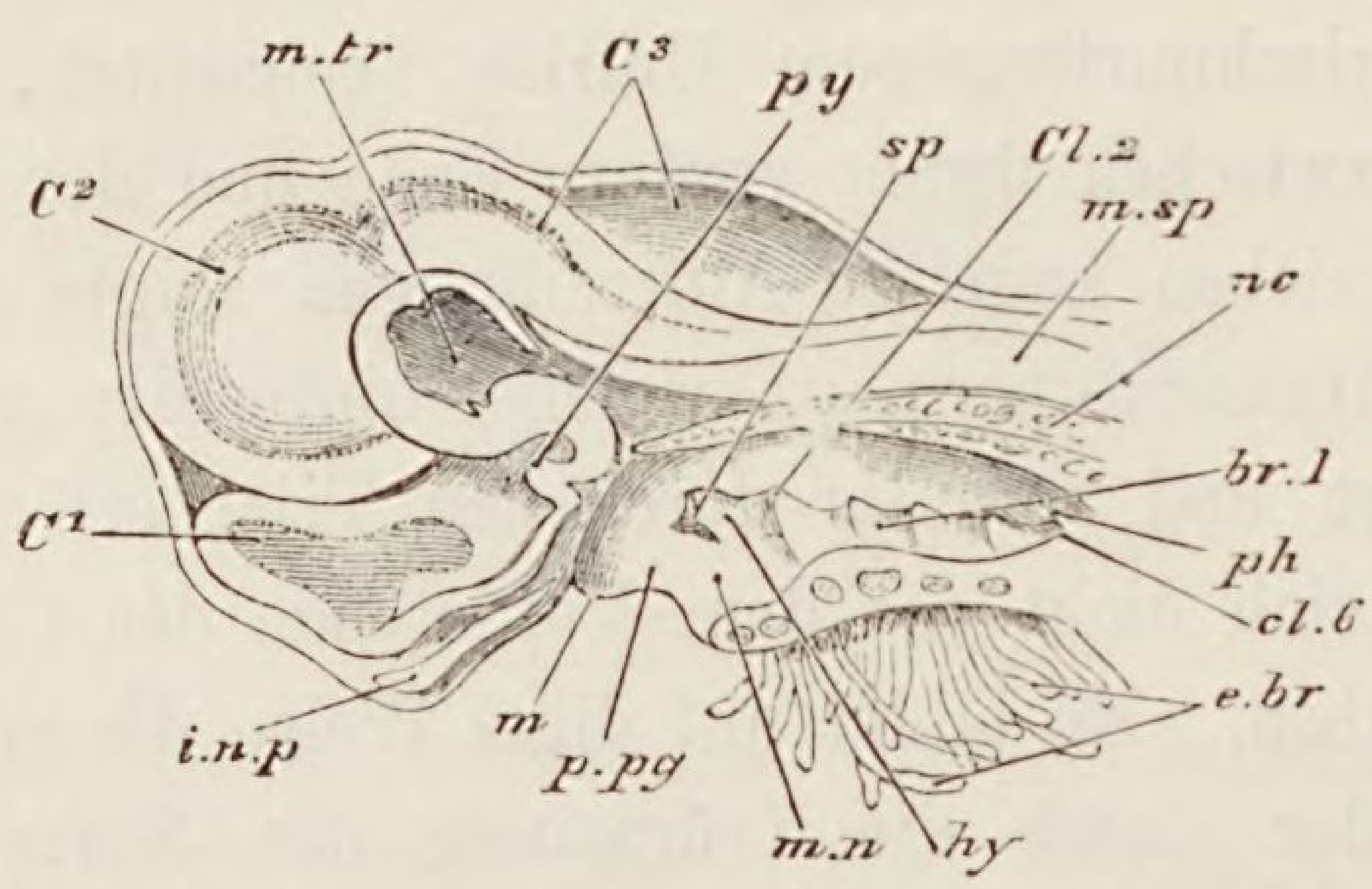
[2] Diese Abwärtskrümmung ist auf einem frühern Stadium erheblich stärker; siehe Balfour, Journ. Anat. Vol. X, Pl. XXIV, *G, H* u. *I*.

[3] Fig. 5 auf S. 25, welche diese Gebilde im nächsten Stadium zeigt, mag hier hinsichtlich mehrerer Punkte dieser Beschreibung zur Erläuterung beigezogen werden.

irgend welche vertebrale Gliederung zu zeigen. Der innere Rand jedes Parachordalstreifens ist rinnenförmig ausgehöhlt, um die Chorda theilweise zu umfassen, aber sie fliessen nicht mit deren Scheide zusammen, welche bereits knorpelig ist. Die Parachordalstreifen erstrecken sich inwendig weiter nach vorn, wo sie die Mitte des perlschnurförmigen Abschnittes der Chorda erreichen; äusserlich erstrecken sie sich beinah bis zum Vorderende der Ohrmassen. Vorn treffen sie ohne bestimmte Lagebeziehung in einem Winkel von ungefähr 120° auf den hintern Theil der Trabeculae. Die Parachordalstreifen sind halbmondförmig ausgehöhlt und schief abgeschnitten, wo sie zwischen den Ohrkapseln liegen und die letztern ruhen auf dem schief abgeschnittenen Rande; hinter dieser Region werden sie breiter und bekommen einen geraden äussern Rand.

47. Bevor noch die Parachordalstreifen deutlich erkennbar sind, zeigt sich im hintern Theile des nach unten gewendeten Bodens der

Fig. 2.



Kopf eines Hundshaiembryos von 11 Linien Länge; medianer Längsschnitt.

C 1, 2, 3 Gehirnblasen, *nc* Chorda dorsalis, *py* Pituitarkörper (Hypophysis), *m.tr* mittlere Trabecula, *i.n.p* Internasalplatte, *m.sp* Rückenmark, *m* Mund, *ph* Schlund, *sp* Spiraculum (Spritzloch), *Cl* Visceralspalten, *mn* Unterkiefer, *p.pg* Palatopterygoid, *hy* Zungenbeinbogen, *br.1* erster Kiemenbogen, *e.br* äussere Kiemen.

Schädelhöhle, hinter und unter den ersten beiden und theilweise noch unter der dritten Gehirnblase ein Paar breiter flacher Spangen. Ihre Fläche ist von der Mitte der Basis der dritten Blase an nach vorn und unten gegen die Mitte der ersten gerichtet. Diese „Trabeculae" oder Schädelbalken (Fig. 1. *Tr*) umfassen den Pituitarkörper und das Infundibulum vermittelst eines bogenförmigen innern Randes, so dass zwischen den beiden Spangen ein ovaler Raum von gleicher Grösse wie

sie selbst übrig bleibt. Vorne stossen sie hinter den Nasensäcken beinah zusammen, wo sie einander ihre stumpfen Enden entgegenkehren. Von diesem innern Ende an biegt sich ihr Umriss halbmondförmig nach aussen und dann vor den Ohrkapseln abermals nach innen. Wo die Trabeculae diese Kapseln berühren, sind sie abgeflacht und drängen sich dort eine kleine Strecke zwischen diese und die Parachordalstreifen hinein. Hinten liegen die Trabeculae dem vordern Ende der Parachordalstreifen auf und bilden eine schwache nach hinten gerichtete Erhöhung hinter der Pituitarregion; auf diese Weise umfassen sie innig den vordern Theil des perlschnurförmigen Abschnittes der Chorda.

48. Vor den Trabeculae und zwischen den Nasensäcken findet sich ein medianer stielförmiger Strang von verdichtetem Gewebe, der mit seinem breiten Hinterende den Winkel ausfüllt, wo die Trabeculae beinah zusammenstossen, und dann als spitz zulaufender Faden nach vorn zwischen die Nasensäcke unterhalb des Vorderhirns hineinwächst. — Noch vor dem Abschluss dieses Stadiums beginnen die Ohrsäcke eine knorpelige Decke zu erlangen. Die Umhüllung der Schädelhöhle aber bleibt, abgesehen von den Theilen, die eben beschrieben worden sind, durchaus membranös und ziemlich durchsichtig.

49. Jeder Visceralbogen hat eine knorpelige Axe, die einen mehr oder weniger stark gekrümmten Stab darstellt (Fig. 1. *Mn, Hy, Br*), und diese Knorpelstreifen werden in Zukunft als Kiefer-, Hyoid- und Kiemenspangen oder -bogen bezeichnet werden. Die obern Enden der Kiemenbogen schauen gerade nach innen, jeder der beiden vordern Bogen dagegen entsendet von seinem obern Ende einen ziemlich umfänglichen flachen Fortsatz nach vorn. Der vom Kieferbogen ausgehende Fortsatz ist so gross, dass er in Wirklichkeit ein vorderes Stück desselben darstellt, und er nimmt den dicken Wulst ein, welcher die seitliche Umgrenzung des Mundes beiderseits bildet: es ist dies die Palato-Quadratplatte.

50. Es findet sich nur eine sehr schwache nach oben gerichtete Ausbreitung des Kieferbogens von der Stelle aus, wo er sich nach vorn wendet; einige Zeit später jedoch verbinden sehnige Fasern die Gegend dieser Wendung mit der Seitenwand des Schädels unmittelbar vor der Ohrkapsel und unterhalb des Austritts des Nervus trigeminus. Die Palato-Quadratplatte jeder Seite wächst gegen die der andern Seite hin und trifft schliesslich unter der Augengegend und hinter den Nasensäcken mit ihr zusammen; sie werden hier durch Ligament verknüpft

und zwischen den Bogen und den Nasensäcken bleibt eine tiefe Grube übrig. Der vordere Fortsatz des Hyoidbogens legt sich der Unterseite der Ohrkapsel von hinten her an. Die Kiemenbogen bleiben während dieser ganzen Periode einfach.

51. Während des Wachsthums der Fortsätze der beiden ersten Bogen erweitert sich der obere Theil der zwischen ihnen liegenden Spalte beträchtlich, bis er schliesslich beinah dreieckig wird, mit nach oben sehender Basis. Auch die folgenden Spalten werden oben weiter als unten. Der Hinterrand jedes Bogens entwickelt einen vorhangartigen Vorsprung oder eine Falte, welche die dahinter liegende Spalte zu bedecken strebt.

Das spätere Wachsthum dieser Falten verschliesst einen grossen Theil der ursprünglichen Spalten, so dass nur die Kiemenlöcher des erwachsenen Zustandes übrig bleiben. Solche Falten verschliessen bei den kiemenlosen Wirbelthieren die meisten der Visceralspalten vollständig. Die Falte am Hyoidbogen ist der Kiemendeckelfalte bei den Knochenfischen homolog.

52. Bei den jüngsten Embryonen auf diesem Stadium findet man eine Reihe rundlicher Papillen, die Anlage der äussern Kiemen, an allen Visceralbogen mit Ausnahme des letzten. Etwas später wachsen diese Papillen zu langen Fäden aus, deren jeder eine einzige Capillarschlinge enthält. Ungefähr zehn solcher Fäden entspringen vom Hyoidbogen und jedem der Kiemenbogen. Der Kieferbogen besitzt deren vier, welche viel kürzer sind als die andern und von seinem obern hintern Rand ausgehend an der Vorderseite der ersten Spalte festsitzen. Weiter nach innen findet sich am hintern Rande jedes Bogens, welcher äussere Kiemen trägt, eine Reihe kammförmiger Vorsprünge, die ersten Anlagen der innern Kiemen; an den ersten vier Kiemenbogen stehen sie in doppelter Reihe.

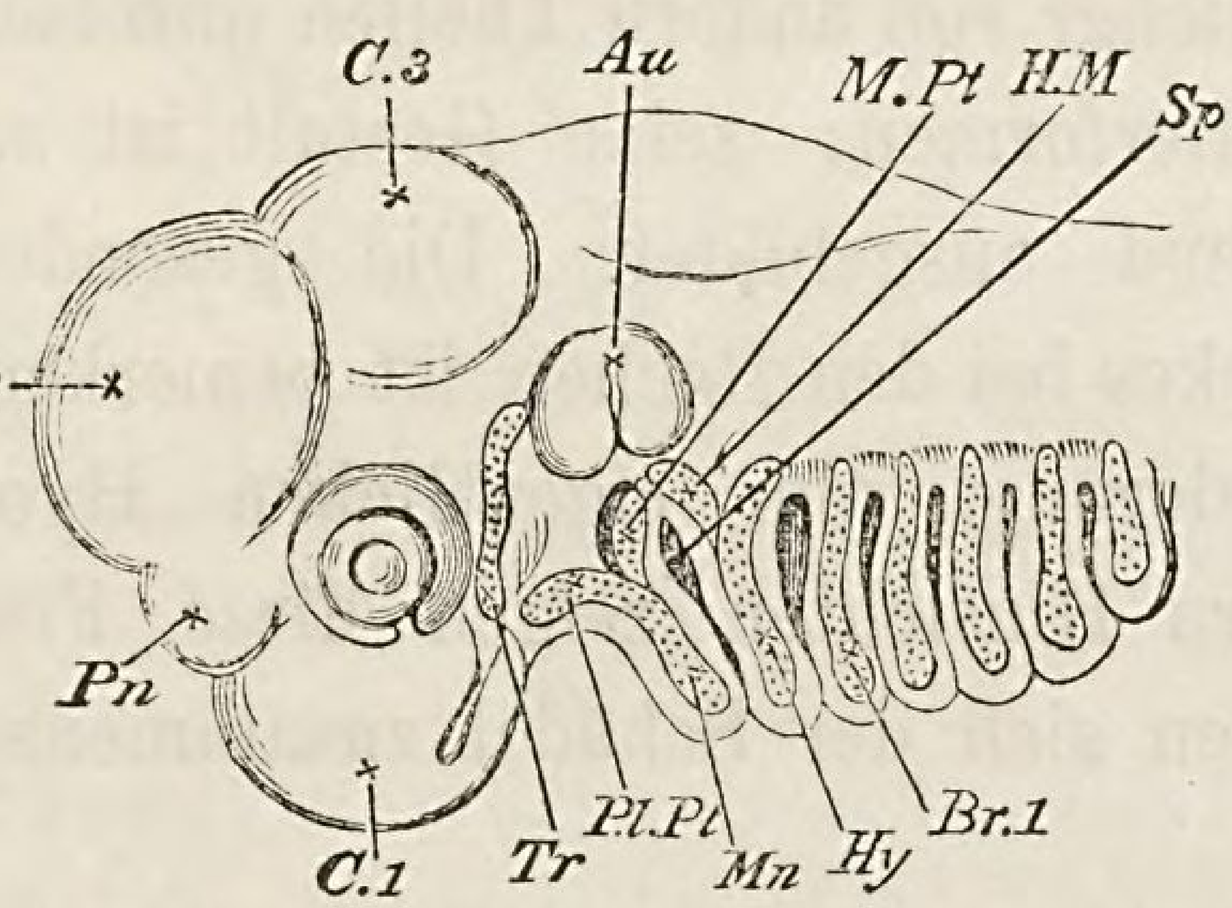
53. Bei Embryonen des Rochen *(Raja maculata)* von ungefähr ein und ein Drittel Zoll Länge (Fig. 3), welche sieben Wochen nach Ablage der Eier aus der Schale genommen worden sind, ist die Entwickelung trotzdem noch nicht weiter vorgeschritten als bei dem eben beschriebenen Haifischembryo. Die grössere Länge kommt nur auf den Schwanz, in allen andern Hinsichten unterscheiden sich jene nicht wesentlich vom embryonalen Haifisch. Im ganzen Kopfabschnitt trifft sich kein einziges Merkmal, das besonderer Erwähnung bedürfte.

54. Die Mandibulo-Hyoidspalte *(Sp)* füllt sich bald von unten her auf und ist im obern Abschnitte birnförmig. Die erste Kiemen-

spalte (zwischen dem Hyoid- und dem ersten Kiemenbogen) gleicht der vorhergehenden in ihrem obern Abschnitt, behält aber auch den untern schlitzförmigen Theil bei. Sämmtliche Bogen mit Ausnahme des letzten Kiemenbogens tragen lange spatelförmige äussere Kiemenfäden, und zwar sitzen deren sechs bis sieben an jedem Bogen, ausgenommen den Kieferbogen, welcher nur vier besitzt. Auf einer frühern Stufe erkennt man die ersten Anlagen der Kiemen als sehr zahlreiche, winzig kleine, in Reihen angeordnete Knospen. Einzelne derselben wachsen aus und werden zu den vorübergehenden äusseren Kiemenfäden, die übrigen entwickeln sich später zu den bleibenden Kiemen.

55. Der Mandibular- und der Hyoidbogen zeigen an ihrem obern Ende eine viel deutlichere Gabelung als beim Haifisch, jedoch sind die vordern Zinken erheblich grösser. Der Palatoquadrattheil *(Pl. Pt)* zeigt dieselben Verhältnisse wie beim Haifisch; eine besondere Knorpel-

Fig. 3.



Kopf eines Rochenembryos von $1\,{}^1/_3$ Zoll Länge.

Tr Trabecula, *Pl. Pt.*, *Mn* Palato-Mandibularbogen, *M. Pt* Metapterygoidknorpel, *H.M* Hyomandibulare, *Hy* übriger Theil des Hyoidbogens, *Br 1* erster Kiemenbogen, *Pn* Glandula pinealis, *Sp* Mandibulo-Hyoidspalte oder Spritzloch.

platte *(MPt)* entsteht am hintern Gabeltheil des Bogens vor der ersten Visceralspalte. Dieselbe liegt vor und unter der Ohrkapsel und ist die Anlage des Spritzlochknorpels.

56. Hinter der ersten Spalte entwickelt sich der vordere Fortsatz des Hyoidbogens als gesondertes Knorpelstück, das unterhalb der Ohrmasse liegt: es ist dies der Hyomandibulartheil *(H.M)*. Der hintere Zinken des Bogens steht in lockerer Verbindung mit dem dahinterliegenden Ohrsack und wächst mit zugespitztem Ende nach innen gegen die axialen Theile herein; er divergirt vom ventralen Abschnitt des Bogens *(Hy)* nach oben und hinten ungefähr in gleicher

Weise, wie das Palatoquadratum nach vorn von der eigentlichen Mandibula divergirt.

57. Die Kiemenbogen *(Br)* sind im grössten Theil ihrer Länge sowohl seitlich als unten einfache, ungegliederte Stücke; jedoch entwickelt sich sehr früh an jedem ein besonderes kleines gekrümmtes Pharyngo-Branchialstück oberhalb und innerhalb des Hauptbogens, im Dache des Schlundes.

58. Die primären basalen Stücke des Schädels sind bei diesen jungen Embryonen bereits deutlich sichtbar, indem die Parachordalstreifen die Basis der hintern Schädelregion und die Trabeculae diejenige des vordern Abschnitts bilden. Das letztere Verhältniss wird einigermaassen verdeckt durch die mesocephalische Kopfkrümmung, wodurch es den Anschein bekommt, als ob die Trabeculae vielmehr hinter als unter gewissen Theilen des Gehirns lägen. Aber in Wirklichkeit liegen sie im Boden des Craniums, wie sich deutlich zeigt, nachdem die Kopfkrümmung verschwunden ist. Der Mandibularbogen ist bei diesen Typen deutlicher von andern Theilen unterscheidbar als bei vielen sonstigen Wirbelthierformen: seine Gestalt ist sogar beinah bis zum erwachsenen Zustand ausgebildet. Die gesonderte Entstehung des Hyomandibularstückes bei den Rochen ist bemerkenswerth im Vergleich zu dessen Abgliederung vom eigentlichen Hyoidbogen bei andern Thieren. In andern Hinsichten zeigen diese Fische die gesonderten Elemente, aus denen sich der Schädel zusammensetzt, in grosser Vollkommenheit.

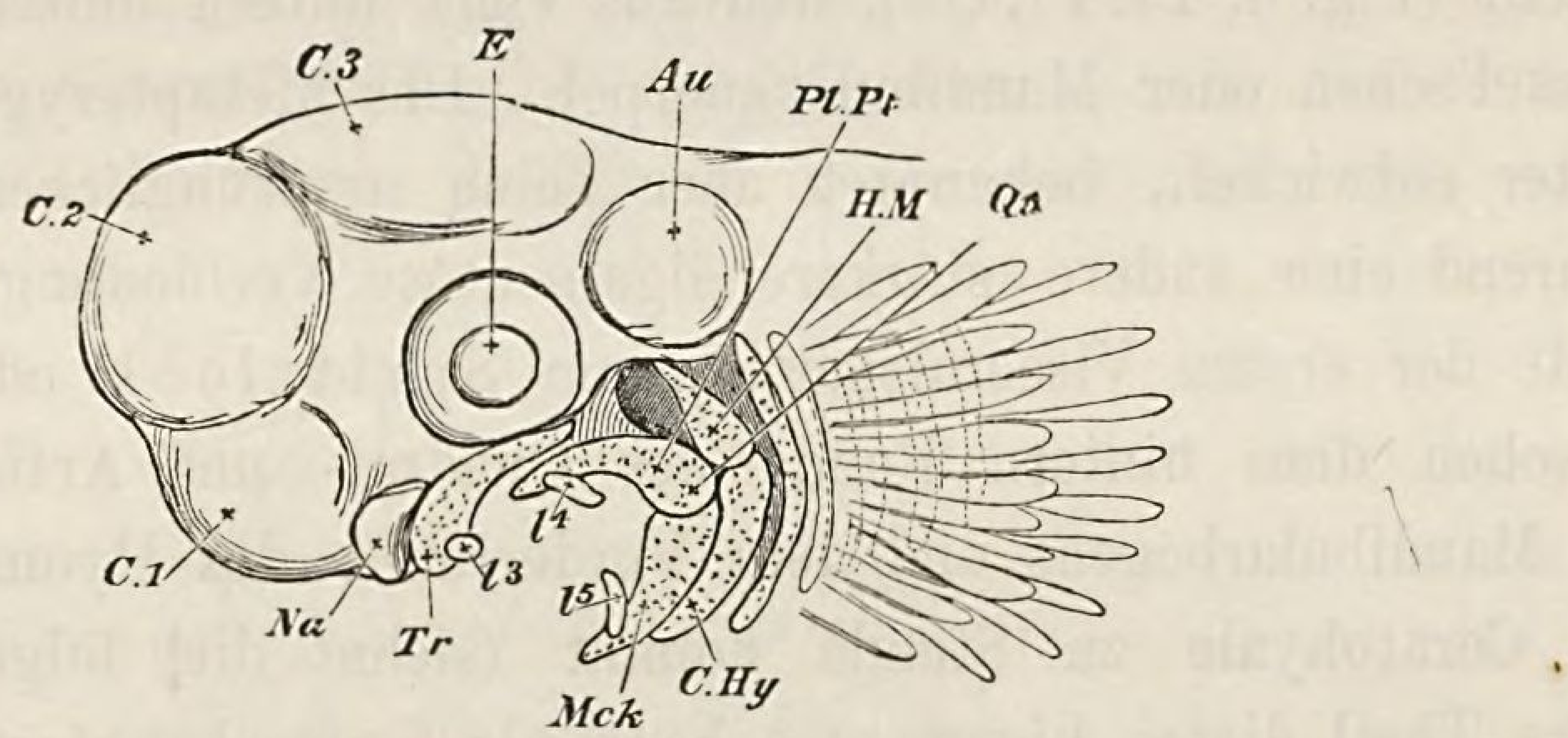
Zweites Stadium.

59. Bei Embryonen des Hundshaies von 12—15 Linien Länge sind die äussern Kiemen zwei- bis dreimal länger als im vorhergehenden Stadium; die vier Fäden am Mandibularbogen jedoch zeigen nur ein Dritttheil der Länge derjenigen an den übrigen Bogen. Die mesocephalische Kopfkrümmung ist noch vorhanden, obgleich sie sehr abnimmt, und die „mittlere Trabecula“ ist noch nicht resorbirt. Das Gehirn ist viel complicirter geworden.

60. Die Trabeculae (Fig. 4 u. 5, *Tr*) sind nun vollständig verknorpelt, aber sie bleiben immer noch von einander gesondert. Sie sind verhältnissmässig länger und der intertrabeculare Raum ist länglich mit abgerundeten Ecken. Äusserlich hat sich die Kante der Trabeculae gerade gestreckt und ebenso auch der vordere Rand, wel-

cher sich in der Mittellinie am weitesten nach vorn vorschiebt. Hinten und aussen erhebt sich von der hintern Hälfte der Trabeculae in der Schädelwand ein Kamm, der beinah bis zur Ohrmasse emporreicht und sich rückwärts über die Austrittstelle des Nervus trigeminus hinüberwölbt. Das hintere Ende jeder Trabecula ist mit dem entsprechenden Parachordalstreifen *(pa. ch)* verschmolzen; an der Verbindungsstelle bildet die Trabecula eine niedrige hintere Lehne, die h i n t e r e C l i n o i d w a n d, welche sich jedoch nicht quer durch die Chorda fortsetzt, sondern die Ohrkapsel erreicht und vermittelst ihres dicken äusseren Endes mit derselben verschmilzt. Der Winkel, unter welchem sich die Trabeculae und die Parachordalstreifen vereinigen, wird rasch grösser und bald liegen sie in einer Ebene als eine continuirliche basicraniale Platte auf jeder Seite.

Fig. 4.



K o p f e i n e s H u n d s h a i e m b r y o s v o n $1^1/_6$ L i n i e n L ä n g e.
Tr Trabecula, *Pl. Pt, Qu* Palatoquadratstück, *Mck* Meckel'scher Knorpel, *H.M* Hyomandibulare, *C. Hy* Ceratohyale, *l 3,4,5* Labialknorpel. Hinter dem Hyoidbogen sind die Kiemenbogen und die äussern Kiemen noch angedeutet.

61. Die Parachordalstreifen (Fig. 5, *pa. ch)* sind wohl verknorpelt, ebenso wie der davon gesonderte röhrenförmige Abschnitt, welcher die Chorda dorsalis umfasst; die Parachordalstücke haben sich aber noch nicht vereinigt. Das Vorderende der Chorda ist abgeflacht und seine perlschnurförmige Beschaffenheit ist verschwunden; es ist eingekeilt zwischen die beiden Hälften der eben erwähnten Sattellehne oder Clinoidwand und die Hinterfläche des Pituitarkörpers. Die Ohrkapseln *(Au)* sind ebenfalls verknorpelt; sie haben eine länglich ovale Gestalt angenommen und zeigen Vorragungen längs des Verlaufes der halbkreisförmigen Canäle. Der grösste Theil des Daches und der Seitenwände des Craniums jedoch ist noch membranös.

62. Das internasale Stück ist noch nicht vollständig verknorpelt; es befindet sich in gleichem Zustande wie die Nasenbedeckungen, aber bleibt von denselben gesondert. So weit es zwischen den Nasensäcken liegt, sind seine Verhältnisse im wesentlichen dieselben wie bisher, vor denselben aber hat es drei pränasale Ausläufer nach vorn entsendet: ein medianes abgerundetes Stück, welches als das pränasale Element *(pn)* nach vorn vorspringt, und ein paar seitliche gekrümmte, zweilappige Ausläufer, welche um die Nasensäcke herumwachsen und sich der vordern innern Fläche derselben anlegen; dies sind die Cornua trabeculae *(C. tr)*.

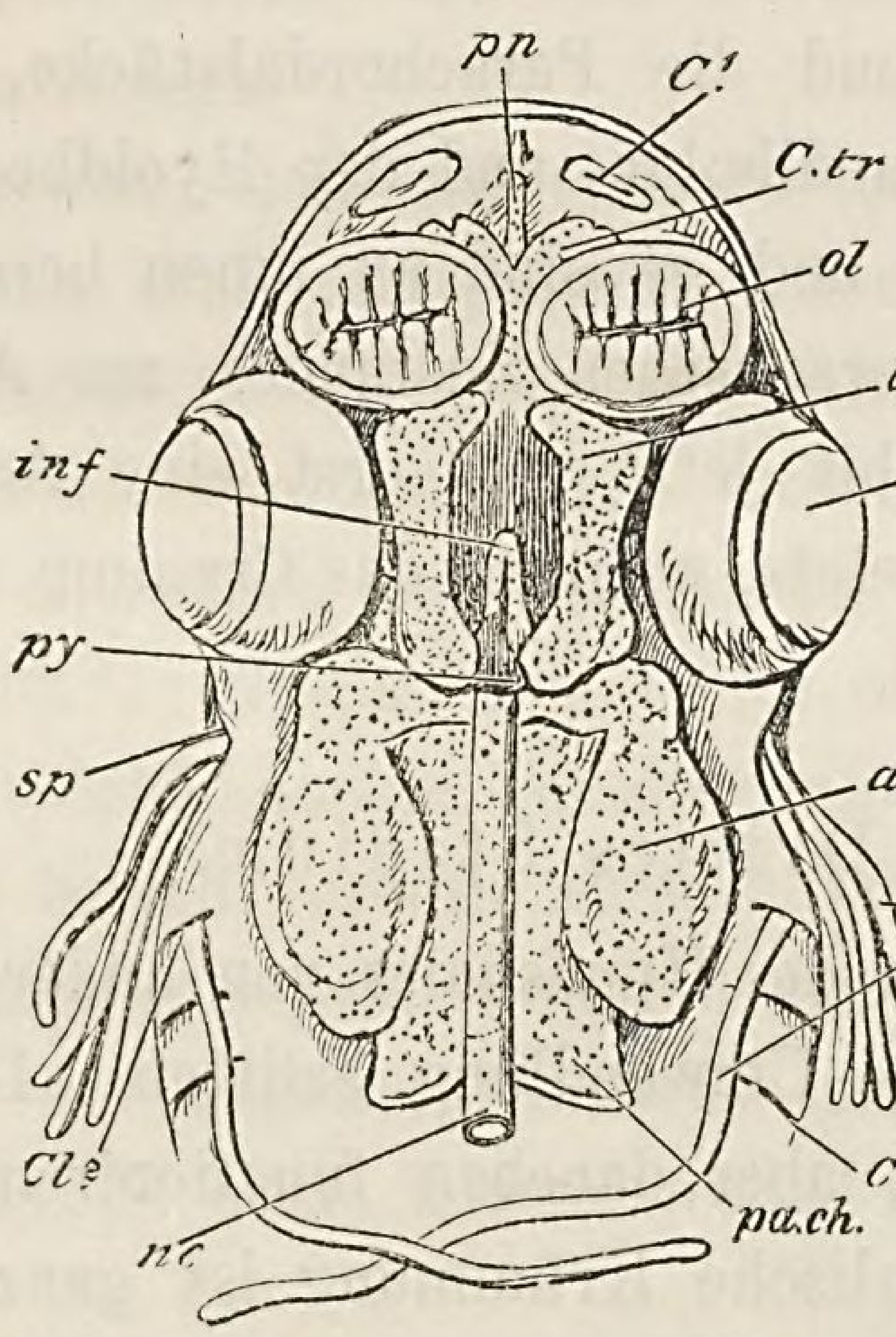
63. Der Palatomandibularbogen hat genau an der Stelle seiner stärksten Krümmung eine quere Abgliederung erfahren, so dass der Bogen nun aus einer obern vordern Portion besteht, welche dem Palatopterygoid- und dem Quadratabschnitt anderer Wirbelthiere entspricht (Fig. 4, *Pl. Pt, Qu*), und aus einer untern hintern Portion, dem Meckel'schen oder Mandibularknorpel. Das Metapterygoidligament ist weiter entwickelt, behauptet aber seine ursprünglichen Beziehungen, während eine andere stärkere ligamentöse Verbindung unterhalb der Reste der ersten Visceralspalte (dem Spritzloch oder Spiraculum) zwischen dem hintern Rande des Quadrat- und Articularabschnittes des Mandibularbogens und dem Vorderrande des Hyomandibulare und des Ceratohyale zu Stande kommt (siehe die folgenden §§); der obere Theil dieses Ligamentes kann als Symplecticum, der untere als Mandibulo-Hyoidligament bezeichnet werden. Auf diese Weise wird durch die lockere Beschaffenheit der directen Verbindung der Kinnladen mit dem Schädel und anderseits durch ihre Aufhängung am Hyomandibulare ihre grosse Beweglichkeit gesichert.

64. Die eben erwähnten Knorpel der obern und untern Kinnlade sind einfache fingerförmige Knorpelstücke, die sich bei beiden Paaren gegen die Mittellinie hin zusammenbiegen, sich dort einander nähern und durch Ligament verbunden sind. Das Palatoquadratum ist das grössere Stück; dasselbe wendet sich zuerst nach vorn, dann ein wenig nach innen und schliesslich fast plötzlich gerade nach innen, so dass es eine beinahe transversale Lage bekommt, wo es hinter den Nasensäcken und genau unterhalb des vordern Endes der Trabecula liegt. Sein hinterer oder Quadratabschnitt ist etwas abgeplattet und liegt in der Wange über seinem convexen Gelenktheil. Der Meckel'sche Knorpel ist dick und fest, wo er den Gelenkkopf des vorigen in eine

concave Fläche aufnimmt, und krümmt sich nur schwach, indem er sich nach vorn und innen bis zu seiner abgerundeten Endigung am Kinn fortsetzt.

65. Der obere Abschnitt des Hyoidbogens mit Einschluss seines nach vorn gerichteten Fortsatzes hat sich an einer Stelle abgegliedert, welche hinsichtlich ihrer Lage der Articulation der Kiefer entspricht. Dieses obere hyomandibulare Element (*H. M.* Fig. 4) entwickelt eine ovale Gelenkfläche zur Verbindung mit der untern seitlichen Region der Ohrmasse in der Mitte seiner Länge. Unterhalb dieser Facette wendet sich der Knorpel nach vorn, so dass er an seinem

Fig. 5.



Kopf eines Hundshaiembryos vom zweiten Stadium. Ansicht der Schädelbasis von oben nach Beseitigung des Inhalts der Schädelhöhle.

C1 Vorderhirn, *ol* Riechsäcke, *au* Ohrkapsel, *nc* Chorda dorsalis, *py* Pituitarkörper, *pa. ch.* Parachordalknorpel, *tr* Trabecula, *inf* Infundibulum, *C. tr* Cornua trabeculae, *pn* pränasales Element, *sp* Spritzloch, *br* äussere Kiemen, *Cl 2, 4* Visceralspalten.

hintern Rande concav wird, während die nach vorn vorspringende Ecke durch das Ligamentum symplecticum mit dem Quadratabschnitt des Oberkiefers in feste Verbindung gelangt. Unterhalb dieser Stelle wendet sich das Hyomandibulare abermals ein wenig nach rückwärts und trägt dort eine Vertiefung und einen hintern winkelförmigen Fortsatz zur Articulation mit dem einfach gebogenen untern Stück, dem Ceratohyale (*C. Hy*). Zwischen die ventralen Enden der beider-

seitigen Ceratohyalia schiebt sich ein flacher schildförmiger Basihyalknorpel.

66. Die Kiemenbogen sondern sich in obere und untere Stücke in einer Weise, die im Allgemeinen derjenigen der vorhergehenden Bogen entspricht, wodurch epibranchiale und ceratobranchiale Gliedstücke entstehen, und über jedem Epibranchiale entwickelt sich noch ein kleiner gesonderter Knorpel, welcher nach innen und hinten in das Dach des Schlundes sich erstreckt, das Pharyngobranchiale.

67. Der morphologische Fortschritt kennzeichnet sich in diesem Stadium durch entgegengesetzte Vorgänge im cranialen und im facialen Abschnitt. Im ersteren sind die Elemente, die ursprünglich gesondert waren, die Trabeculae und die Parachordalstücke, mit einander verschmolzen; der Palatomandibular- und der Hyoidbogen dagegen haben eine Gliederung erlitten und es sind an ihnen bereits die wesentlichsten Verhältnisse des erwachsenen Zustandes zur Ausbildung gelangt. Die Nasenregion zeigt bis jetzt nur erst eine Andeutung ihres zukünftigen knorpeligen Skelets, während das Cranium selbst zum grössten Theile membranös bleibt.

Drittes Stadium.

68. Die Embryonen des Hundshaies von anderthalb bis zwei Zoll Länge haben eine grosse Umwandlung erlitten. Die äussern Kiemen sind noch ziemlich lang, aber daneben functioniren bereits die innern Kiemen. Die mesocephalische Krümmung ist ganz verschwunden, so dass die Mundhöhle jetzt nicht mehr hinter, sondern unterhalb der ersten Gehirnblase liegt (s. Fig. 6).

69. Die Parachordalknorpel *(Pa.ch)* sind oben und unten rund um die Chorda dorsalis herumgewachsen, so dass sie sie vollständig einschliessen, und sind mit der knorpeligen Scheide derselben verschmolzen; auf diese Weise vereinigen sie sich auch mit einander und bilden die Basilarplatte. Der craniale Theil der Chorda reducirt sich bald auf einen blossen hintern Kegel von gallertartigem Gewebe im hintern Theile der Platte. Weiter hinten trägt diese auf jeder Seite einen abgerundeten Vorsprung zur Gelenkverbindung mit dem ersten Wirbel; vorn, obgleich sie dort mit der Trabecularplatte verwachsen ist, wird eine in der Mittellinie befindliche Ausrandung nach unten hin sehr flach, indem der Knorpel bedeutend dünner wird.

70. Von unten betrachtet erscheint die Basilarplatte breit und nahezu quadratisch, im Allgemeinen convex, nur mit einer Furche in der Mittellinie. Sie erstreckt sich weit nach aussen, so dass sie die Ohrkapseln vollständig unterstützt und sogar mit der Hyomandibular-Gelenkfläche in Beziehung tritt.

71. Der rautenförmige Raum unter dem Pituitarkörper hat nun einen Boden von dünnem Knorpel bekommen, der auf allen Seiten mit der Trabecularplatte zusammenfliesst und sich hinten zu einer niedrigen, etwas nach vorn geneigten hintern Clinoidwand erhebt. Dieser Subpituitarknorpel wird an seiner breitesten Stelle von den innern Carotiden (*i. Car.*) durchbohrt, welche jedoch unmittelbar neben einander liegen. Die sog. „mittlere Trabecula" ist eine blosse Spalte zwischen dem Mittel- und dem Hinterhirn.

72. Die Trabeculae sind mit einander verschmolzen und bilden nun eine breite flache Trabecularplatte. Diese erstreckt sich hinten am weitesten nach aussen, indem sie dort einen kurzen gekrümmten Fortsatz bis jenseits des vorspringenden vordern äussern Winkels der Basilarplatte hinaus entsendet, mit welcher sie noch nicht vollkommen zusammengeflossen ist[4]. Weiter vorn bildet die Trabecularplatte nicht allein den Boden der Schädelhöhle, sondern unterstützt auch theilweise die Augäpfel. Ihre beiden vordern äussern Winkel sind nach aussen und etwas nach hinten gebogen, wodurch sie in lose Verbindung mit dem Palatinknorpel der zugehörigen Seite gelangen. Dieser Winkel kann als Antorbital- oder Ethmopalatinfortsatz bezeichnet werden.

73. Vor der Ethmopalatinregion verschmälert sich die Trabecularplatte, welche sich allmählich gegen das Niveau des Nasendaches erhoben hat, plötzlich sehr bedeutend, so dass sie einen nahezu quer gerichteten vordern Rand bekommt, ausgenommen in der Mittellinie, wo sie mit dem internasalen Element zusammenfliesst. Diese Internasalplatte, welche nicht sehr umfänglich ist, entsendet von ihrem queren Vorderrande in der Mittellinie ein kurzes gerade verlaufendes pränasales Rostrum.

[4] Die unvollkommene Verschmelzung dieser Abschnitte verbunden mit einem ausserordentlich gesteigerten Wachsthum in den nach aussen von den Ohrkapseln liegenden Theilen erzeugt bei einzelnen Formen, wie Carcharias glaucus und Lamna cornubica, eine grosse Fenestra, die durch einen krummen Knorpelstreifen umgrenzt wird.

74. Die Internasalplatte gibt von ihrer obern Seite eine doppelte aufsteigende Lamina ab, deren Blätter bald wie breite Flügel nach aussen divergiren, um mit der Innenwand der beiden Nasensäcke zu verschmelzen. Jede dieser Laminae der Nasenscheidewand trägt vorn ein kurzes S-förmig gebogenes Horn *(C. Tr.)*, das nach innen gegen den pränasalen Knorpel strebt. Das Dach und die Aussenwände der Nasensäcke *(Na)* sind zum grossen Theil verknorpelt und bilden kuppelförmige Kapseln, und abgesehen von der Verschmelzung jedes Nasenknorpels mit der entsprechenden Lamina der Nasenscheidewand verwächst derselbe auch mit einem Knorpelstreifen, der sich im supraorbitalen Band entwickelt hat (s. § 41, S. 16).

75. Innerhalb der vielfach gefalteten Nasenschleimhaut sind keine Knorpellamellen entstanden. Die Öffnung, durch welche die Geruchsnerven ihre entsprechenden Nasenhohlräume erreichen, ist gross und liegt an der innern Seitenwand der Kapsel, etwas nach hinten. In Folge der Ausbreitung der Nasenscheidewandflügel liegt die Öffnung auf dieser Stufe nahezu horizontal, später aber wird sie nach oben und vorn verschoben.

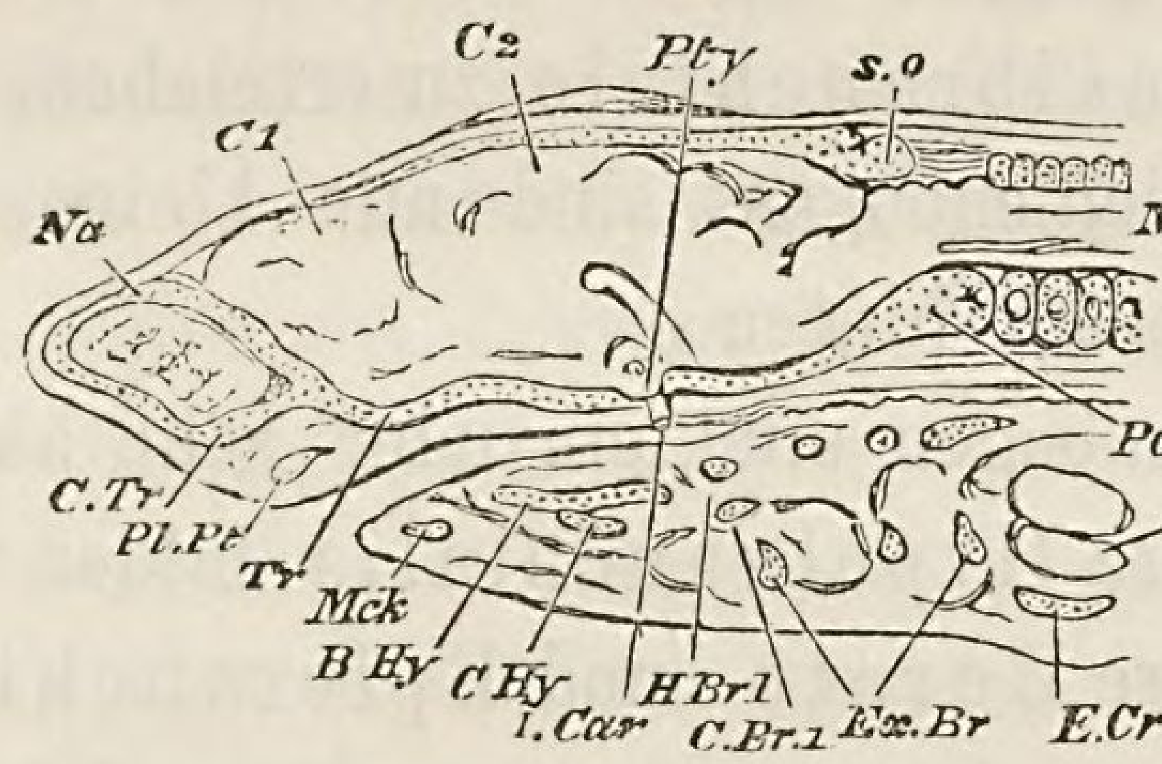
76. Ein grosser Theil des Daches und der Wände des Craniums ist nun verknorpelt und die einzelnen Elemente sind mehr oder weniger deutlich gesondert und mehr oder weniger mit den bereits erwähnten Knorpeln verschmolzen. Man findet da ein flaches knorpeliges Schädeldach oder Tegmen cranii (Fig. 6), das sich von der supraoccipitalen oder hintern Cranialregion *(so.)* bis zur Gegend der Vorderseite der Augäpfel erstreckt, und zu beiden Seiten befindet sich der gebogene Supraorbitalstreifen, welcher sich nach vorn bis zur Verbindung mit den Geruchskapseln fortsetzt. Der vordere Rand des Schädeldaches ist halbmondförmig und unvollständig, indem er die Riechschenkel frei hervortreten lässt, wo sie nach ihren Endausbreitungen hin sich von einander zu entfernen beginnen.

77. Zwischen jeder Trabecula unten und dem Supraorbitalstreifen oben erhebt sich eine knorpelige Sphenoidalwand, die mit beiden unmittelbar zusammenhängt und von der Ohr- bis zur Nasenregion reicht. Der supraorbitale Wulst bildet ein theilweises Dach für die Augenhöhle, während der Aussenrand der Trabecula zum Theil den Boden derselben liefert. Der Sehnerv durchbohrt die Sphenoidalwand in ihrem vordern Drittel. Der Nervus trigeminus tritt durch die anfänglich bestehende Spalte zwischen der Sphenoidalwand und dem Ohrsack nach

aussen; wenn diese mit einander verschmolzen sind, so wird diese Spalte halbmondförmig und kann als das Trigeminusloch bezeichnet werden. Der Nasenast des Nervus ophthalmicus (vom Trigeminus) läuft in dem Winkel zwischen der Sphenoidalwand und dem präorbitalen Theil des Supraorbitalstreifens nach vorn, wo er auf die Nasenkapsel trifft. Der Nervus facialis tritt an der Verbindungsstelle der Ohrmasse mit der Trabecularplatte heraus und wendet sich um die erstere herum nach oben und hinten.

78. Die knorpeligen Kapseln der Ohrsäcke sind an der Innen- wie an der Aussenseite vollständig, ausgenommen wo Nerven und Gefässe durchgehen. Die Kapseln sind verwachsen: mit dem Supraorbitalstreifen vorn und oben, mit dem Supraoccipitalknorpel und dem Tegmen cranii im obern Abschnitt der Innenseite und mit der Basilarplatte unten.

Fig. 6.



Kopf eines Hundshaiembryos aus dem dritten Stadium. Medianer Längsschnitt.

C 1 Vorderhirn, *C 2* Mittelhirn, *My* Rückenmark, *Na* Riechsack, *Pa.ch* Parachordalknorpel, *s.o* Supraoccipitalknorpel, *Pty* Pituitarkörper, *i. Car* Arteria Carotis interna, *C.Tr* Cornua Trabeculae, *Pl.Pt* Palatopterygoidknorpel, *Mck* Meckel'scher Knorpel, *B.Hy* Basihyale, *C.Hy* Ceratohyale, *HBr1* erstes Hypobranchiale (d. h. des ersten Kiemenbogens), *CBr1* erstes Ceratobranchiale, *Ex.Br* äussere Kiemenknorpel, *H* Herz, *E.Cr* Epicoracoidknorpel; hinter *Pa.ch* einige Wirbelkörper.

Die halbkreisförmigen Canäle springen stark vor und sind gross und die sie umhüllende Knorpelmasse ist entsprechend nach aussen vorgewölbt. Oberhalb der Vereinigung des vordern und des hintern halbkreisförmigen Canales bemerkt man an der obern Fläche des Schädels eine nicht verknorpelte Stelle. Die Löcher für den Nervus glossopharyngeus und den Vagus liegen hinter der Ohrkapsel und nahe der hintern äussern Ecke der Basilarplatte unmittelbar hinter einander.

79. Der Palatoquadratbogen ist bedeutend grösser geworden und gleicht dem Articulo-Meckel'schen Knorpel ziemlich in Form und

Grösse. Die beiden Hälften jeder Kinnlade begegnen sich in der Mittellinie, wo ein starkes Ligament sie verbindet. An diesen Symphysenenden sind die Knorpelspangen drehrund und nach innen gebogen, proximal dagegen flach und mehrfach gekrümmt. Der Gelenkabschnitt ist schwach ausgehöhlt, um sich dem convexen Condylus des Quadratums anzupassen.

80. Der vergrösserte Hyoidbogen hat keine erhebliche Veränderung erlitten: das Hyomandibulare articulirt mit der Ohrkapsel und dem Rande der Basilarplatte unterhalb des horizontalen halbkreisförmigen Canals. Zwischen den ventralen Enden des rechten und des linken Hyoidbogens befindet sich eine breite flache basihyale Knorpelplatte *(B. Hy)*, welche wie der Schlussstein eines Gewölbes dazwischen sitzt. Ein zweiter flacher Schlussstein kommt weiter hinten zwischen den beiden letzten Kiemenbogen vor; die hypobranchialen Stücke des zweiten und dritten Bogens aber wenden sich nach hinten, um den Vorderrand dieses Basibranchiale zu erreichen. Die Hypobranchialstücke des ersten Kiemenbogens sind nur kleine Anhängsel und erstrecken sich nicht nach hinten.

81. Die Kiemenbogen sind einander sehr ähnlich; jeder besteht aus vier Stücken. Ihre Hypobranchialia bilden theilweise den Boden der Schlundhöhle, ihre Cerato- und Epibranchialia deren seitliche Umgrenzung, welche nach aussen convex ist. Die obersten Segmente oder Pharyngobranchialia wenden sich nach hinten und liegen im Dach der Schlundhöhle. Das vierte Pharyngobranchiale ist nach aussen hin gegabelt und der hintere Zinken legt sich so an den fünften Bogen an, dass er die unmittelbare Fortsetzung seines Epibranchiale bildet; daran schliesst sich noch ein fünftes Ceratobranchiale, von dem aber kein Hypobranchiale abgegliedert ist.

82. Zwei andere Gruppen von Knorpelstücken, die Labial- und die äusseren Kiemenbogenknorpel (Extrabranchialia) bedürfen noch der Beschreibung. Drei Labialknorpel stehen in Beziehung zum vordern und äussern Rand der beiderseitigen Nasenkapseln. Der erste ist birnförmig und bereits auf seiner Oberseite von zwei bis drei Schleimdrüsen gefurcht; der zweite und der dritte finden sich in klappenähnlichen Falten der Nasenöffnung, und zwar ist der zweite halbmondförmig und sein unteres Horn bildet z. Th. den Boden der Nasenöffnung; der dritte hat die Gestalt eines Ohres und liegt am äussern Rande der Kapsel. Ein vierter Labialknorpel von lanzettförmiger Gestalt

liegt unter jedem Palatoquadratstück längs des obern Randes des Mundwinkels, während ein fünfter, gegen den vierten am Mundwinkel convergirend, der Aussenfläche des Unterkiefers aufliegt. — Ähnliche Knorpelstücke, die Extrabranchialia *(Ex. Br)*, erscheinen an der Aussenseite jedes der vier ersten Kiemenbogen. Sie sind oben zugespitzt, unten breiter; der letzte ist sehr klein.

83. Bei einem Embryo von *Raja maculata* von vier Zoll Länge, welcher drei Monate nach der Eiablage aus der Eischale genommen worden, ist der Schwanz doppelt so lang wie der eigentliche Körper und der Dottersack hat immer noch ungefähr die Grösse einer kleinen Wallnuss. Doch hat der Schädel seine ausgewachsene Form und Structur sogar noch vollständiger angenommen als beim Hundshai. Zu beiden Seiten sind die fächerförmigen Brustflossen nach vorn gewachsen und haben sich mit der Wange vereinigt, und in Folge dessen erscheinen alle Kiemenspalten auf der ventralen Fläche, während die Mandibulo-Hyoidspalte als Spritzlochöffnung dorsal sichtbar wird. Aus den Kiemenspalten treten die äussern Kiemen immer noch als lange Fäden hervor. Die Nasenöffnungen liegen auf der Bauchseite und der Kopf hat sich vor denselben als abgeflachtes Rostrum vorgezogen, das sich scharf von der Convexität des Schädels abhebt. Die Augäpfel liegen in ihren Höhlen an der obern Fläche, von vorn, innen und hinten durch die vorragenden Supraorbitalwülste umgrenzt.

84. Der allgemeine Charakter der Umgestaltungen ist sehr ähnlich wie beim Hundshai. Das pränasale Rostrum ist jedoch viel grösser und die ersten Labialknorpel liegen zu beiden Seiten desselben weit vorn parallel mit ihm. Die internasale Platte, welche die allmähliche Erhebung des vordern Theiles des Schädelgrundes fortsetzt, ist viel breiter als beim Hundshai, indem sie dieselbe Ausdehnung behält wie der Boden der Schädelhöhle selbst, und statt besondere Nasenscheidewandflügel entstehen zu lassen, erhebt sie sich einfach zu beiden Seiten etwas und wird daselbst dicker, wobei sie zugleich mit dem Dach der Nasenhöhlen in Verbindung tritt. Keine Fenestra bildet sich in diesen Knorpeln, noch auch findet irgend eine Entwickelung von Hörnern an der Vorderseite statt. Die Riechschenkel treten in den hintern Theil des Nasendaches durch eine grosse Fenestra auf jeder Seite vor dem Vorderhirn hindurch. Eine kleine Antorbitalplatte sitzt der Aussenseite der Basis jeder Nasenkapsel auf, wo sie die antorbitale Umgrenzung bildet.

85. Ein grosser Theil des Schädeldaches vor der Supraoccipitalgegend ist noch unverknorpelt. Diese mediane Fontanelle ist von elliptischer Gestalt und wird vorn durch einen queren Knorpelstreifen, seitlich durch die Supraorbitalwülste begrenzt. An der Vorderseite wird die Schädelhöhle gar nicht durch Knorpel abgeschlossen, ebenso wie beim Hundshai. Statt der frühern continuirlichen Parachordalmasse in der Gegend der Basis cranii und des Nackens treffen wir eine occipitale Abgliederung, welche einen occipitalen Schädelabschnitt von einem cervicalen Knorpelrohr abgrenzt, das zu beiden Seiten von einer Reihe von Öffnungen für die Cervicalnerven durchbohrt wird.

86. Jetzt findet sich bereits ein vollständiges halbmondförmiges Knorpelstück in der vordern Wand des Spritzlochcanals. Dasselbe sitzt der Seitenwand des Schädels unterhalb des vordern äussern oder sphenotischen Fortsatzes der Ohrkapsel auf und trägt eine kammförmige Pseudobranchie. Unten ist der Spritzlochknorpel durch Ligament am hintersten Theil des Palatoquadratstückes befestigt.

87. Der Oberkiefer ist vollkommen transversal gelagert, statt nach hinten concav zu sein wie beim Hundshai. Die beiden Palatoquadratknorpel legen sich in der Mittellinie unmittelbar an einander. Der Unterkiefer liegt gleichfalls transversal, so dass die Mandibularknorpel parallel dem Palatoquadratum verlaufen. Der ausgerandete Stirnnasenfortsatz des Integuments lässt den Oberkiefer in der Mitte in beträchtlichem Umfange unbedeckt. Die kleinen klappenartigen Nasenöffnungen mit den in den Klappen eingeschlossenen Labialknorpeln liegen zu beiden Seiten des Stirnnasenfortsatzes.

88. Der Hyomandibularknorpel articulirt mit der Gehörkapsel unterhalb ihres obern äussern (pterotischen) Wulstes. Unten ist derselbe vollkommen von den übrigen Theilen des Hyoidbogens abgelöst, und er wendet sich hinter dem Spritzloch nach vorn, dieses von hinten beschützend, wie dies der Spritzlochknorpel von vorn her thut. Das hintere Ende des Palatoquadratums ist dem Unterende des Hyomandibulare durch Ligament fest angeheftet.

89. Das Wachsthum von kiemendeckelartigen Hautfalten zwischen den Kiemenbogen hat nur kleine S-förmig gekrümmte äussere Öffnungen für die fünf Kiemensäcke übrig gelassen. Sie sind die Reste der untern Hälften der ursprünglichen Spalten und convergiren gegen die Mittellinie von vorn nach hinten hin. Ein besonderer ohrförmiger Opercularlappen bedeckt jede der Öffnungen. In dieser Periode tragen

der Hyoidbogen und die Kiemenbogen zwei Gruppen von Kiemen in voller Function: die äussern stehen auf der Höhe ihrer Ausbildung und die innern Kiemenblättchen sind bereits vollkommen entwickelt, wenn auch noch klein.

90. Der epihyale Abschnitt des Hyoidbogens ist durch ein interhyales Ligament hinter dem Hyomandibulare an die hintere äussere Ecke des Schädels (an den pterotischen Wulst) befestigt. Der ganze Hyoidbogen ist kleiner als die darauffolgenden Kiemenbogen, im vollsten Gegensatz zum Hundshai. Das Hypohyale ist griffelförmig und weit von seinem zugehörigen Genossen getrennt; dafür ist es durch Ligament mit dem ersten Hypobranchiale verbunden. (Vergl. Hundshai § 80. S. 30.)

91. Die Kiemenbogen sind beinah auf sich selbst zurückgekrümmt, entsprechend der abgeplatteten Gestalt des ganzen Thieres. Die Pharyngo- und Epibranchialia liegen oben, die Ceratobranchialia aussen und unten. Wie beim Hundshai findet sich kein besonderes fünftes Pharyngobranchiale. Eine einfache Reihe von Knorpelstrahlen geht nach aussen von jedem Bogen ab, dieselben sind aber an ihren äussern Enden verbreitert. Das erste Hypobranchiale ist lang gestreckt und schlank, so dass es mit seinem Genossen in der Mittellinie zusammentreffen und verschmelzen kann. Das zweite, das dritte und das vierte Hypobranchiale sind klein. Der fünfte Bogen zeigt seine Hypobranchialia zu einer breiten flachen Platte verschmolzen, welche zwischen den drei letzten Kiemenbogen liegt und vorn zwei divergirende Hörner trägt.

92. Hier trifft man keine äussere Kiemenknorpel, noch auch irgendwelche am Munde liegende Labialknorpel. Ein Paar am Rostrum und drei nasale Paare in den Klappen der Nasenöffnungen sind die einzigen Vertreter von Labialknorpeln, die sich bei diesem Roche finden. Der innerste mit dem Nasenflügel verbundene Labialknorpel ist am grössten und ragt nach hinten über den Oberkiefer hinaus.

93. Es ist von hohem Interesse, sich die Vollkommenheit der hier beschriebenen Schädelbildungen zu vergegenwärtigen — auf einer Stufe also, wo die Embryonen im Vergleich zu ihrer ausgewachsenen Grösse noch so sehr klein sind, und ebenso die Einfachheit der Veränderungen, vermöge deren sie sich aus ihren primären Elementen hervorgebildet haben. Die Verknorpelung von mesoblastischem Gewebe im unmittelbaren Anschluss an die zuallererst entstehenden Theile um-

fasst das Wesentliche der Geschichte des eigentlichen cranialen und capsularen Skelets. Die Bogen des Gesichtstheils haben die bei dieser Gruppe zu findende eigenthümliche Anordnung durch eine Art von Segmentation erreicht, die in den wichtigsten Zügen derjenigen gleicht, welche wir bei jedem untersuchten Typus wiederfinden werden. Es ist wichtig, sich die pränasalen und die antorbitalen Stücke sorgfältig einzuprägen, denn sie werfen ein willkommenes Licht auf manche später zu erwähnende Thatsachen. Die labialen und extrabranchialen Knorpel und die Kiemenstrahlen dagegen sind Gebilde, welche mehr den Elasmobranchiern eigenthümlich zukommen, aber sie bieten dem, der bei der Untersuchung ihre Verhältnisse genau beobachtet, mancherlei lehrreiche Erfahrungen.

Der Schädel des ausgewachsenen Hundshaies.

94. Die Veränderungen, welche hier zu beschreiben sind, haben keine grosse morphologische Bedeutung. Die Riechkapseln sind verhältnissmässig grösser geworden und haben sich einander mehr genähert. Die von den Nasenscheidewandlamellen vorspringenden gekrümmten Hörner sind verschwunden. Die ersten Labialknorpel liegen nicht mehr ausschliesslich vor der Nasengegend, sondern erstrecken sich auch rückwärts über das Nasendach und sind mit zahlreichen Vertiefungen für Schleimdrüsen ausgestattet. Die zweiten Labialknorpel sind theilweise mit dem Vorderrande der Nasenkapseln und mit der benachbarten vordern äussern Ecke des Internasalknorpels verwachsen. Zwischen den oberflächlich verlaufenden äussern Kiemenknorpeln und den Kiemenbogen in der Tiefe liegt jetzt ein beträchtlicher Zwischenraum; und zwischen den zusammengehörigen Stücken jeder Reihe haben sich zahlreiche Knorpelfäden entwickelt, die sonach in die Scheidewände zwischen den aufeinanderfolgenden Kiementaschen zu liegen kommen.

95. Wir können nun zur nähern Beschreibung des ausgewachsenen Schädels übergehen. Derselbe ist durchaus nur fibrös und knorpelig, wenn man davon absieht, dass auf den meisten Knorpeltheilen dicht gedrängte oberflächliche Verkalkungen in Gestalt von Würfeln sitzen. Es finden sich keine „Deckknochen“ oder Parostosen; unter den Formen der knorpeligen Schädel aber ist dieser der am meisten ausgebildete und vollkommenste seiner Art.

96. Das Chondrocranium ist sowohl oben als unten sehr abgeflacht; hinten wird es vom Foramen magnum durchbohrt und vorn zwischen den hintern Umgrenzungen der Nasenkapseln ist es offen. Die letztern sind grosse Kuppeln, welche den vordern äussern Ecken des Schädels aufsitzen. Dementsprechend ist die Riechgegend des Schädels viel breiter als der interorbitale Abschnitt. Ein kräftiger concaver Supraorbitalwulst bildet ein theilweises Dach über jedem der grossen Augäpfel. Derselbe stellt eine besondere antorbitale Platte dar, welche sich nach unten gegen den Antorbitalfortsatz des Schädelgrundes hinter der Riechkapsel heraberstreckt und an ihrem entgegengesetzten Ende mit dem Vorderabschnitt des Gehörknorpels verschmilzt, wo ein stumpfer sphenotischer Fortsatz vorspringt. Inwendig an jedem Supraorbitalwulst befindet sich eine ziemlich tiefe Grube, in deren vordern Theil sich das Supraorbitalloch öffnet. In der Medianlinie ist das Schädeldach oder Tegmen cranii convex.

97. Die Oberfläche der Ohrmasse lässt drei deutliche Vorragungen für die halbkreisförmigen Canäle, den vordern, den hintern und den äussern, erkennen und medianwärts von der Erhebung für den vordern Canal befindet sich eine kleine Öffnung, welche den letzten Rest der ursprünglichen Einstülpung des Ohrsackes darstellt. Es findet sich auch ein starker äusserer pterotischer Wulst, der horizontal verläuft (Fig. 7 *Pt. O.*).

98. Betrachtet man den Schädel von hinten, so sieht man, wie das Foramen magnum von ungefähr dreieckiger Gestalt an den Winkeln der Basis durch die wohlentwickelten Hinterhauptscondylen begrenzt wird. Zwischen ihnen findet sich eine schwache Erhöhung, welche die ursprüngliche Lage der Chorda dorsalis bezeichnet. Die seitlichen Abschnitte des Schädelknorpels erstrecken sich weit nach aussen und zwar so, dass der obere Rand von hinten gesehen länger erscheint als der untere, welcher von der Basilarplatte gebildet wird. Der grösste Theil der beiden seitlichen Knorpelmassen ist periotisch [gehört zur „Periotkapsel"], das Foramen magnum aber wird durch einen Occipitalring vollständig umschlossen, welcher nicht der Ohrkapsel angehört. Seitlich liefert die Basilarplatte den untern Abschnitt der Gelenkfacette für das Hyomandibulare.

99. Die Unterseite des Craniums stellt eine ovale Fläche dar, deren hintere Hälfte von der Basilarplatte gebildet wird, welche sich

unter den Ohrkapseln hin erstreckt, während der vordere Theil den Trabeculae zukommt. Eine Vertiefung unter dem Vorderende der Ohrregion bezeichnet die Grenze zwischen der Basilarplatte und der hintern Ecke der Trabecula. Weiter nach vorne hin ist die Trabecularplatte schmäler, aber hinter der Nasenregion entsendet sie wieder nach jeder Seite einen Antorbitalfortsatz, an welchem sich das Ethmopalatin-Ligament befestigt. Zwischen den Riechsäcken ist der Trabecularknorpel abermals bedeutend verschmälert, aber er wächst nach oben und vorn aus, um mit dem angrenzenden Theil des jederseitigen Nasendaches zu verschmelzen. Rechts und links von dieser Ethmoidalregion treten die Geruchsnervenfasern durch eine grosse membranöse Fenestra und gelangen in die Nasensäcke hinunter. In diesen sind die Falten der Schleimhaut federförmig angeordnet und enthalten keinen Knorpel. Das pränasale Rostrum *(P. N.)* ragt nach vorn und oben eine kurze Strecke über die internasale Region vor. Die innere Wand jeder Riechkapsel zeigt eine grosse nicht verknorpelte Stelle oder Fenestra; es liegt dieselbe in dem Abschnitt, welcher ursprünglich vom Nasenscheidewandflügel gebildet wurde.

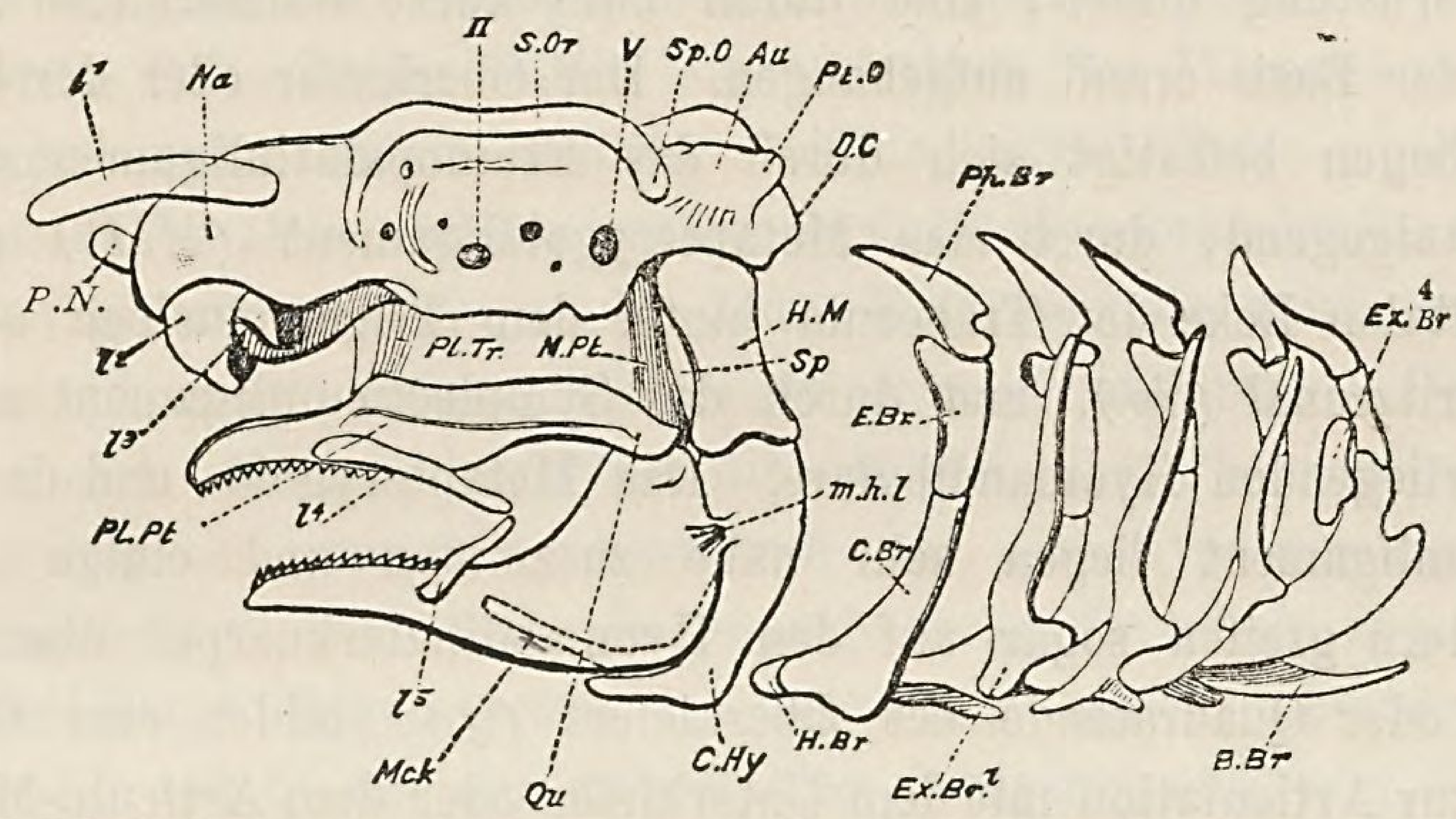
100. Die langen ersten Labialknorpel *(l 1)* begegnen sich in der Mittellinie ziemlich weit vor jedem andern Skelettheil und krümmen sich nach hinten über den äussern Theil der Riechkapseln hinweg. Die zweiten Labialknorpel *(l 2)* sind theilweise mit der Vorderseite dieser Kapseln und mit den vordern Ecken der internasalen Platte an der Basis des Rostrums verschmolzen. Ein dritter Labialknorpel *(l 3)* liegt in der Hautfalte, welche den äussern Rand jeder Nasenöffnung bedeckt (Fig. 7).

101. Von der Seite gesehen zeigt der Schädel eine continuirliche Knorpelmasse, welche die Riechkapsel, den Supraorbitalwulst, den Antorbital- und den Postorbital (sphenotischen) -fortsatz, die Umhüllungen des Gehörapparates und die Basilarplatte umfasst. Der hintere Theil des Schädels ist nur wenig höher als der vordere Abschnitt. Auf den abgerundeten Riechbuckel und die kleinere antorbitale Vorragung folgt die concave Orbitalwand, während dahinter der Gehörknorpel mit seinem sphenotischen Fortsatz *(Sp. O)* und dem pterotischen Wulst *(Pt. O)* einen vorspringenden Strebepfeiler für das Schädelgebäude darstellt.

102. An einem solchen Schädel, der weder Knochen noch gesonderte Knorpelstücke besitzt, müssen die Nervenlöcher als Grenz-

marken der einzelnen Regionen sorgfältig berücksichtigt werden. An der obern Fläche findet sich ein kleines Loch für den Supraorbitalnerv in einer Furche zwischen dem vordern Theile des Supraorbitalwulstes *(S. Or)* und dem Frontalabschnitte des Schädeldaches. Die Fenestra der Riechkapsel ist bereits beschrieben worden. Das Loch für den Sehnerven (Fig. 7. II.) zeigt sich weit unten an der mittleren Region der seitlichen (sphenoidalen) Schädelwand. Das Trigeminusloch

Fig. 7.



Schädel des ausgewachsenen Hundshaies, Seitenansicht.

O. C Hinterhauptscondylus, *Au* periotische (Ohr-) Kapsel, *Pt. O* pterotischer Wulst, *Sp. O* sphenotischer Vorsprung, *S. Or* Supraorbitalwulst, *Na* Nasenkapsel, *P. N* Pränasalknorpel, *II* Loch für den Sehnerven, *V* Loch des Trigeminus, *Pl. Pt., Qu.* Palatoquadratbogen, *M. Pt.* Metapterygoidligament (das einen kleinen Knorpel einschliesst), *Pl. Tr.* Ethmopalatin- oder Palatotrabecular-Ligament, *Mck* Unterkiefer, *Sp* Spritzloch, *H. M* Hyomandibulare, *C. Hy* Ceratohyale, *m. h. l* Mandibulohyoid-Ligament, *Ph. Br* Pharyngobranchiale, *E. Br* Epibranchiale, *C. Br* Ceratobranchiale, *H. Br* Hypobranchiale, *B. Br.* Basibranchiale, *Ex. Br* Extrabranchialia (äussere Kiemenbogen), *l 1, 2, 3, 4, 5* Labialknorpel. Die punktirte Linie in *Mck* bezeichnet das Basihyale.

(V) hat eine ähnliche Lage im hintern Theil der Sphenoidalwand und die Austrittstelle des Facialis liegt nur wenig hinter und unter der eben genannten. Die äussern Löcher für den Glossopharyngeus und den Vagus liegen in der hintern Ansicht des Schädels, das erstere weit unten und aussen, die ursprüngliche Grenze zwischen Ohrmasse und Basilarplatte bezeichnend, die letztere höher oben und zur Seite des Foramen magnum in der Vereinigungslinie des Occipital- und des Ohrabschnittes.

103. Betrachtet man die Innenfläche des Schädels, so zeigt sich der Pituitarkörper von vorn und hinten durch kleine Knorpelwülste

gestützt, in denen etwas Knochenablagerung auftritt. Diese Gebilde gleichen ausserordentlich der vordern und der hintern Clinoidwand, wie sie die „Sella turcica“ der Säugethiere einfassen, und die Ähnlichkeit wird noch dadurch verstärkt, dass die innern Carotiden zu beiden Seiten des Pituitarkörpers eintreten. Diesen Thatsachen mag ferner die Ähnlichkeit der Articulation zwischen Hinterhaupt und Atlas mit derjenigen der Säugethiere zur Seite gestellt werden.

104. Die Palatomandibularknorpel, welche den Haupttheil der Mundausrüstung bilden, sind durch zwei kurze Bänder lose an den Seiten der Basis cranii aufgehangen. Der Oberkiefer oder der Palatoquadratbogen befestigt sich durch das Ethmopalatinligament an der Antorbitalgegend, durch das Metapterygoidligament *(M. Pt)* an der postorbitalen Ecke der Trabecula hinter dem Trigeminusloch und vor dem Spritzcanal *(Sp.)*, und durch das Symplecticumligament an dem dahinterliegenden Hyomandibulare. Das Metapterygoid- und das Symplecticumligament liegen sehr nahe zusammen und einige Fasern des erstern greifen sogar auf den Hyomandibularknorpel über. Das hintere oder Quadratende des Oberkiefers *(Qu.)* bildet eine Gelenkfläche zur Articulation mit dem Unterkiefer oder dem Articulo-Meckel'schen Element.

105. Der Oberkiefer ist hinten schmal, in der Mitte breit und nach aussen convex, und vorn nach innen gekrümmt, um sich mit seinem anderseitigen Stücke durch ein starkes Ligament zu verbinden. Der Unterkiefer ist dem Oberkiefer sehr ähnlich; er ist hinten ziemlich hoch und nach aussen convex zur Befestigung der Kiefermuskeln. Zähne sitzen in der Schleimhaut dem vordern und innern Theil beider Kiefern auf. Der vierte und der fünfte Labialknorpel *(l 4 u. 5)*, dem Ober- und Unterkiefer schief aufliegend, bilden durch die Annäherung ihrer zugespitzten hintern Enden einen spitzen Winkel, der erheblich weiter vorn liegt als der entsprechende der Kiefer. Wenn sich der Mund öffnet, so wird der Winkel zwischen ihnen vollständig abgeflacht. In der vordern Wand des Spritzlochs findet sich ein kleines Knorpelstück.

106. Das grosse, einer Phalange ähnliche Hyomandibulare *(H. M)*, das obere Segment des Hyoidbogens, articulirt mit der Seitenwand des Schädels unterhalb des Pteroticumwulstes. Das Spritzloch liegt vor demselben, während es am distalen Ende mit dem Quadratabschnitt durch das Symplecticumligament verbunden wird. Das stämmige und

verlängerte Ceratohyale *(C. Hy.)* articulirt mit der distalen Gelenkfläche des Hyomandibulare und wird von dem nach innen gewendeten hintern untern Rande der Mandibel eingefasst, mit welcher es überdies durch das Mandibulohyoidligament *(m. h. l.)* fest verbunden ist. An seinem ventralen Ende ist das Ceratohyale zweigetheilt und durch den vordern Endtheil steht es in Gelenkverbindung mit der breiten Basihyalplatte, welche sich hinten noch etwas über dasselbe vorschiebt.

107. Die darauffolgenden vier Bogen besitzen obere quere Pharyngobranchialstücke *(Ph. Br.)*, welche mit den entsprechenden Stücken der andern Seite in der Mittellinie unterhalb der Wirbelsäule in Berührung stehen, sodann seitliche Epibranchialia *(E. Br)* und Ceratobranchialia *(C. Br.)*, endlich untere mediane Hypobranchialia *(H. Br.)*, die nach hinten gerichtet sind. Jedes Epibranchiale zeigt an seinem obern Ende einen kleinen nach vorn schauenden Sporn. Der fünfte Kiemenbogen ist viel kleiner als die übrigen; sein Pharyngobranchiale ist mit dem des vierten verschmolzen und ein Hypobranchiale fehlt ihm gänzlich. Das mediane Basibranchiale *(B. Br.)* liegt zwischen den drei hintersten Bogen, vorn in Berührung mit den hintern Hypobranchialia und hinten mit dem fünften Ceratobranchialpaar.

108. Ein Gefässplexus (eine Pseudobranchie) findet sich an der Vorderseite der Öffnung des Spritzlochs. Die fünf Kiemenspalten sind die äussern Öffnungen ebenso vieler Taschen, deren vordere und hintere Wände quer gefaltete Kiemenblättchen tragen. Nach innen öffnet sich jede Tasche in den Schlund. In der Scheidewand zwischen je zwei Taschen findet sich eine Reihe von Knorpelfäden oder Kiemenstrahlen, die, zumeist einfach, sich vom Hyoid- und den ersten vier Kiemenbogen aus gegen die Haut erstrecken. Die dem Hyoidbogen aufsitzenden sind kammförmig verzweigt; drei derselben kommen auf den Hyomandibularabschnitt.

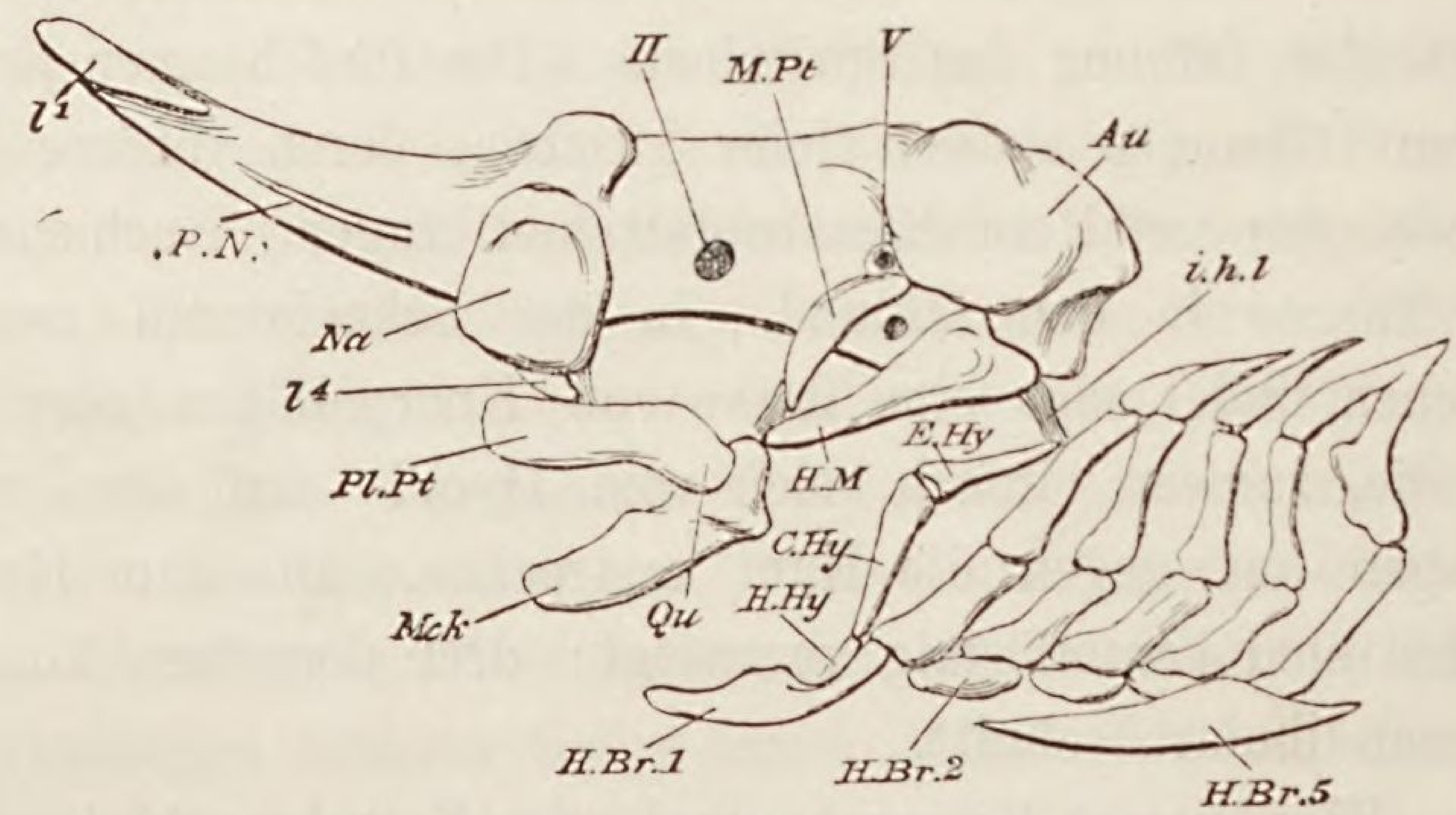
109. Vier äussere Kiemenknorpel oder Extrabranchialia *(Ex. Br.)* laufen den Ceratobranchialia parallel oberflächlich längs der äussern Enden der entsprechenden Reihen von Kiemenstrahlen. Sie sind unten fussförmig gestaltet und gleichen ausserordentlich den unmittelbar dahinter folgenden Scapulocoracoidknorpeln (siehe Fig. 6, *E. Cr.)*. Der fünfte Kiemenbogen hat keine dahinter folgende Kiementasche, keine Kiemenstrahlen und keinen äussern Kiemenknorpel.

Der Schädel des ausgewachsenen Rochen.

110. Die auffälligste Änderung in der äussern Erscheinung des Schädels wird durch die bedeutende Verlängerung des pränasalen Rostrums bewirkt (Fig. 8, *P. N.*), welches die ersten Labialknorpel *(l 1)* zu beiden Seiten seines vordersten Endes trägt. Die seitlichen Theile der Internasalplatte setzen sich da, wo sie den Nasenkapseln anliegen, in das Rostrum fort, so dass der Schädelgrund in continuirlicher Verbindung mit einer langgestreckten concaven Platte am hintern Theil des Rostrums steht. Von den äussern Kiemen ist jede Spur verschwunden und knorpelige Kiemenstrahlen, ungefähr ein Dutzend in der Vorderwand jedes Kiemensackes, erstrecken sich von den Bogen nach aussen und hinten. Die Antorbitalplatte ist zu einer dicken, rückwärts und auswärts gekrümmten, rippenähnlichen Spange geworden, die sich nach hinten zuspitzt und ausserhalb und oberhalb des Oberkiefers liegt.

111. Im Folgenden seien nun kurz die wesentlichsten Punkte aufgezählt, in denen der Schädel des Rochen von dem des Hundshaies sich unterscheidet:

Fig. 8.



Schädel des Rochen, beinahe ausgewachsen.

Au periotische (Ohr-) Kapsel. *Na* Nasenkapsel, *P. N* Pränasalknorpel, *II* u. *V*, in der Seitenwand des Schädels, Austrittstellen des Opticus und des Trigeminus, *Pl. Pt*, *Qu* Palatoquadratbogen, *Mck* Mandibularknorpel, *M. Pt* Metapterygoid, *H. M* Hyomandibulare, *i. h. l* Interhyalligament, *E. Hy* Epihyale, *C. Hy* Ceratohyale, *H. Hy* Hypohyale, *H. Br 1, 2, 5* Hypobranchialia; oberhalb derselben folgen die Cerato-, Epi- und Pharyngobranchialia, *l 1, 4* Labialknorpel.

— Vorhandensein einer obern medianen Schädelfontanelle und eines grossen pränasalen Rostrums; die zweiten Labialknorpel ver-

wachsen nicht mit den Riechkapseln; die vierten Labialknorpel werden in die innere Falte der Nasenöffnungen eingehüllt, so dass also drei Paare von Labialknorpeln diese Öffnungen umstellen; die deutliche Ausbildung und die Grösse des Antorbitalknorpels; die bedeutende Grösse des Knorpels in der vordern Wand des Spritzlochs *(M. Pt.)*[5]; die Form und Vorwärtsrichtung des Hyomandibulare und seine Ablösung von den übrigen Theilen des Hyoidbogens, abgesehen von einem hintern und obern interhyalen Ligament, das sich an einem besondern Epihyale befestigt; die geringe Grösse des Hyoidbogens und seine innige Verbindung mit dem ersten Kiemenbogen; das Fehlen eines Basihyale und die Vereinigung der ersten Hypobranchialia in der Mittellinie; die Verwachsung der fünften Hypobranchialia *(H. Br. 5)*, um eine breite Basibranchialplatte zu bilden; endlich der Mangel eines fünften Paares von Labialknorpeln und der äussern Kiemenknorpel.

112. Zusammenfassung. Die Geschichte dieser Schädel ist ausnehmend wenig complicirt, was jedoch noch nicht nothwendig andeutet, dass ihr Typus ein niedriger ist. Zu allererst entstehen paarige basale Elemente, die Trabeculae im vordern Abschnitte des Bodens des Craniums und die Parachordalstücke hinten. Durch ihre Verschmelzung und durch die Verknorpelung des grössten Theils der Schädelwand in Continuität mit ihnen entsteht ein einfaches knorpeliges Cranium, das aber an einer oder mehreren Stellen der Oberfläche unvollständig bleibt. Die knorpeligen Theile des Gehörapparates werden von der hintern Schädelmasse umschlossen, während die Nasenkapseln vorn ihre eigene Skeletumhüllung bekommen, welche mit dem Schädelknorpel sowohl als mit einem internasalen Element verschmilzt, das anfänglich von den Trabeculae gesondert auftritt, später aber mit dem Boden des Schädels verwächst. Der kleine pränasale Sporn, der sich beim Hundshai findet, wird beim Rochen durch das grosse Rostrum repräsentirt, während die antorbitale Region bei dem letztern durch die Ausbildung eines nach hinten sich erstreckenden antorbitalen Stückes ausgezeichnet ist.

113. Das Skelet der Kiefer und der Kiemen zeigt schon vom ersten Auftreten an im Wesentlichen die Verhältnisse des ausgewach-

[5] Bei den grössern Haifischen ist das Vorkommen eines oder mehrerer Spritzlochknorpel die Regel; ein kleiner wird beim Hundshai gefunden.

senen Zustandes und kein Theil desselben verschmilzt zu irgend einer Zeit mit dem eigentlichen Cranium. Der Ober- und der Unterkiefer sind ursprünglich ein continuirliches Stück, wenn auch die Streifen eine scharfe Krümmung zeigen; aber sehr bald trennen sie sich in zwei. Beim Rochen verknorpelt schon frühe ein oberer und hinterer Abschnitt des Mandibularbogens, um den Spritzlochknorpel zu bilden.

114. Die Aufhängung der Kiefer wird durch das Dazwischentreten eines dem Hyoidbogen angehörigen Elementes bewirkt; aber beim Hundshai ist das Hyomandibulare das abgegliederte obere Ende des Bogens, während es beim Rochen gesondert im vordern obern Bogen entsteht. Das kräftige Ceratohyale wendet sich beim Hundshai nach vorn und steht in inniger Verbindung mit dem Unterkiefer und dem distalen Ende des Hyomandibulare, während beim Rochen der Hyoidbogen im Ganzen schwächer entwickelt, aber direct mit dem Schädel und dem proximalen Ende des Hyomandibulare verbunden ist. Er besitzt ein epihyales so gut wie ein ceratohyales Stück und tritt in nähere Beziehung zum ersten Kiemenbogen.

115. Die Kiemenbogen treten als einfache Spangen auf, gliedern sich aber später in eine Reihe von Stücken, und die entsprechenden Bogen beider Seiten hängen durch Basalknorpel zusammen. Der Rochen zeichnet sich durch den gesonderten Ursprung seiner obern branchialen Elemente aus. Kiemenstrahlen findet man in den Scheidewänden zwischen den Kiementaschen.

116. Zwei Gruppen von Knorpeltheilen, die bei andern Typen weniger allgemein vorkommen als bei den hier beschriebenen, werden als Labial- und Extrabranchialknorpel bezeichnet. Dieselben entwickeln sich zwischen den primären Skeletelementen und der Haut und treten in Beziehung zum Rostrum, zu den Nasenflügeln, den Kiefern und den Kiemenspalten.

III. Capitel.

Der Schädel des Lachses.

Erstes Stadium: Noch unausgeschlüpfter Embryo, mit einfachen Gesichtsbogen.

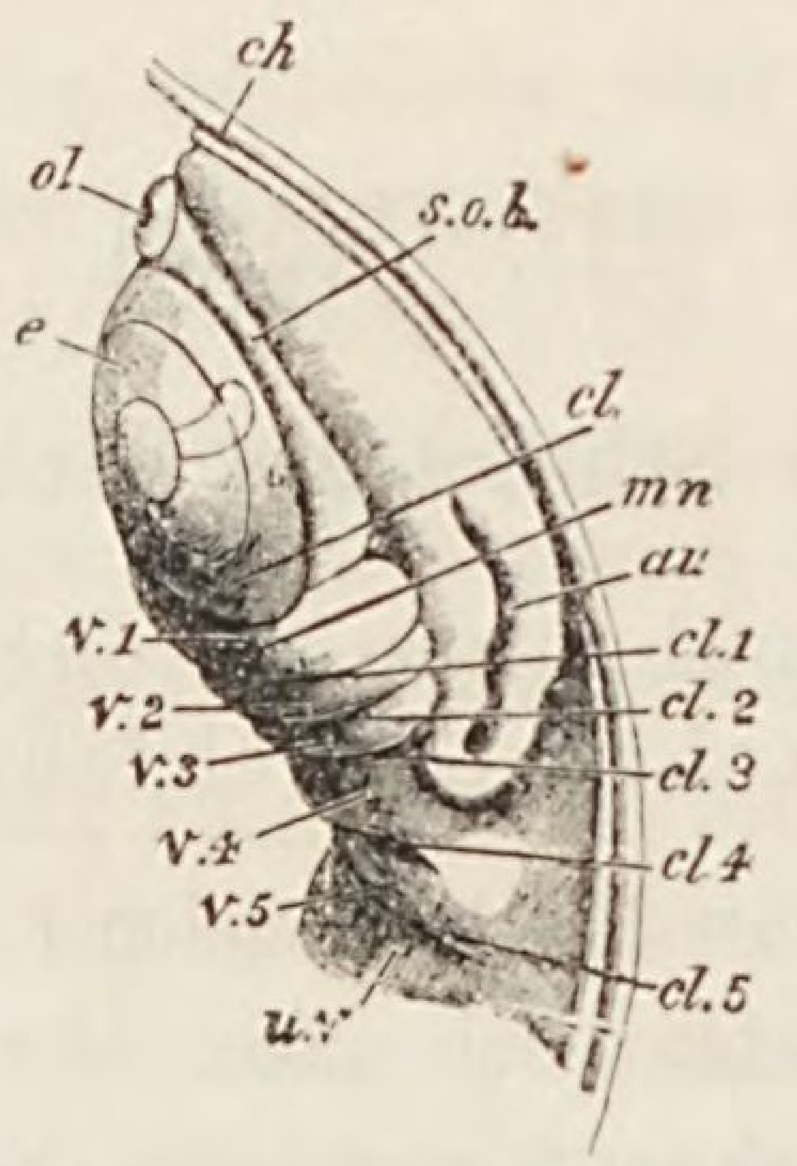
117. Bei den hier zu beschreibenden Embryonen ist das Nervenrohr sowohl vorn als hinten noch offen. Der lange bandförmige Körper liegt einem Dottersack auf und sein Nabel ist nur wenig eingeschnürt, so dass sein Rand noch bis eine kurze Strecke hinter den Mund reicht. Die Einstülpungen, aus denen sich die Sinnesorgane bilden sollen, stehen weit offen, aber doch sind bereits die primären Elemente des Schädels zu unterscheiden, wenn auch nur erst daran, dass sie aus etwas festerem Gewebe bestehen als die Theile in der Umgebung. Die gleich zu besprechenden Streifen oder Bänder bilden sich aus den sehr kleinen Mutterzellen des hyalinen Knorpels.

118. Die Erweiterungen des Nervenrohrs zur Bildung der Gehirnblasen sind noch sehr schwach und stellen kaum irgendwie auffallende Vorragungen dar; aber doch sind die drei Blasen gegen einander abgesetzt, unter denen die erste am grössten ist und als hintere Grenze den Pituitarkörper zeigt (Fig. 10, *py*), der von ihrer hintern untern Fläche rückwärts vorspringt. Es findet sich keine mesocephalische Krümmung des Nervenrohrs. Eine kleine Strecke hinter dem Pituitarkörper trifft man auf das zugespitzte vordere Ende der Chorda *(n.c.)*, das genau unter der Mitte der zweiten Gehirnblase liegt. Es ist keinerlei deutliche Abgrenzung zwischen der äussern Schicht des Epiblasts und derjenigen, welche das Nervenrohr umhüllt, zu erkennen.

119. Beinah am vordersten Ende des Embryos, aber noch an seiner untern Fläche treten die Riechsäcke als kleine, von einem ringförmigen Wulst von Epiblast umgebene Gruben auf; das äusserste

offene Ende des Nervenrohrs befindet sich unmittelbar über denselben. Die Einstülpungen zur Bildung der Augäpfel sind bedeutend grösser und noch nicht geschlossen; sie liegen hinter den Riechsäcken und ganz an der untern Fläche. Die ersten Anlagen der Gehörsäcke *(au)* liegen zu beiden Seiten der dritten Gehirnblase und haben in Folge

Fig. 9.



Lachsembryo von ungefähr $^3/_4$ Zoll Länge; Seitenansicht des Kopfes, noch innerhalb des Chorions.

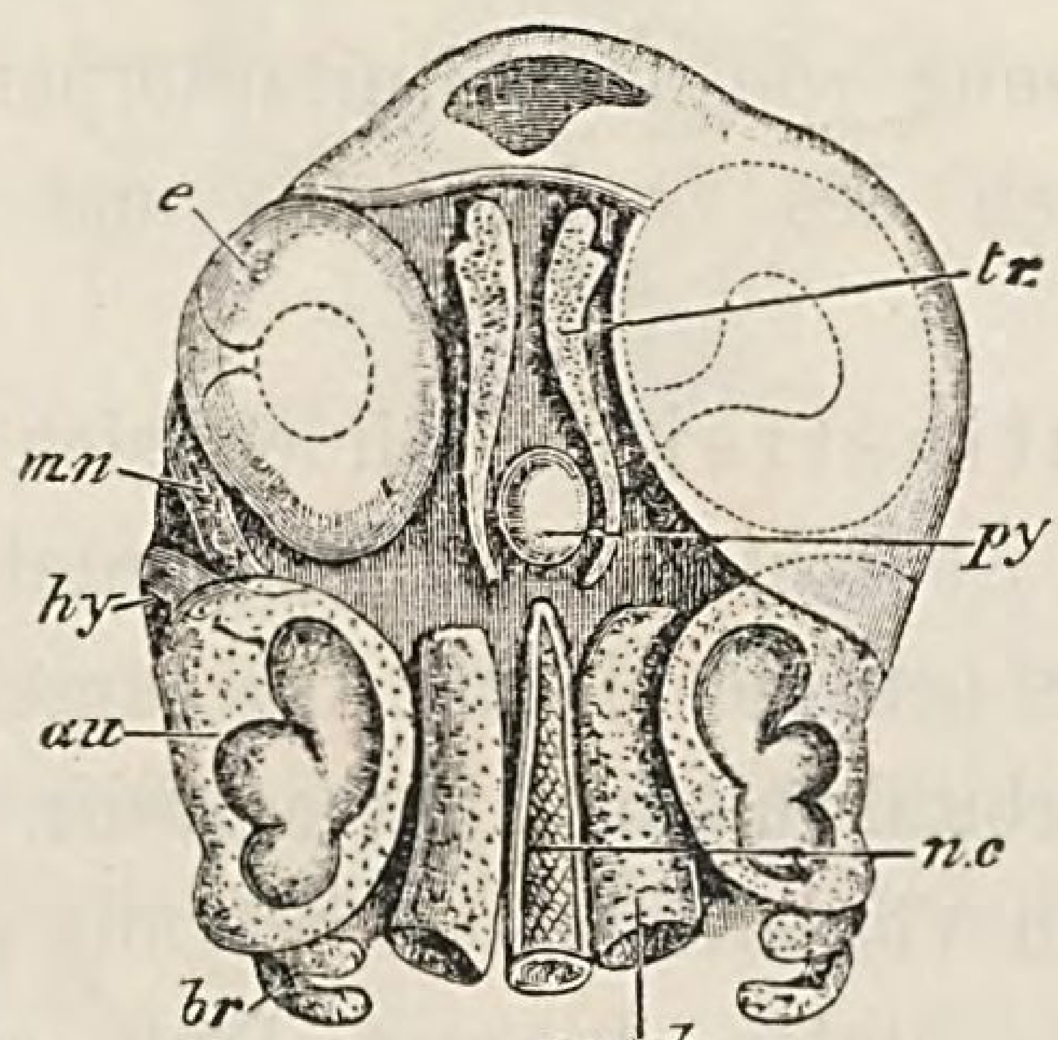
ch Chorion, *ol* Riechsack, *e* Augapfel, *au* Ohrmasse, *s.o.b* Supraorbitalband, *u.v* Befestigungsstelle der Dotterblase, *cl* Lacrimalspalte, *v.1,2,3,4,5* Visceralbogen, *mn* erster oder Mandibularbogen, *cl 1,2,3,4,5* Visceralspalten.

dessen eine mehr dorsale und weiter nach hinten gerückte Lage als die Augäpfel; ihre Einstülpungsspalte steht noch offen und verläuft longitudinal. So gross sind die Augäpfel und die Gehörsäcke im Verhältniss zum ganzen Schädel, dass sie einander sogar etwas überdecken.

120. Die Seitenwand des Kopfes, welche sich über den Augapfel vorwölbt, um den Supraorbitalstreifen zu bilden (Fig. 9, *s.o.b.*), ist erheblich verdickt. Unter und hinter dem Augapfel beobachtet man einen verdickten Suborbitalbogen, welcher sich nach vorn gegen den Riechsack derselben Seite erstreckt. Zwischen den vordern Enden dieser Bogen bleibt ein mit verdicktem Epiblast ausgekleideter Raum übrig, die spätere Mundhöhle (Fig. 11, *M*). Derselbe wird in der Mittellinie und hinten durch die Vereinigung eines andern Bogenpaares, des vordersten aus der Reihe der Visceralbogen, umgrenzt. Die letzteren krümmen sich nach vorn gegen die Mittellinie unter der Gehörregion und die darauffolgenden Bogen haben zwischen sich bereits Schlitze oder Spalten *(cl.)*, welche in den primitiven Nahrungscanal

einmünden. Erst in einer spätern Periode erlangt der Mund seine Communication mit demselben Hohlraum. Der Dottersack befestigt sich vorn noch am Kopfe in dem Raum zwischen den hintersten Visceralbogen. Das Herz (Fig. 11, *H*) hat seine Lage an der Wand des vordern Theiles des Nahrungscanals innerhalb desselben Abschnittes oder über diesem.

Fig. 10.



Lachsembryo von etwa $^3/_4$ Zoll Länge. Ansicht des Kopfes von oben, nachdem derselbe aufgeschnitten und das Nervengewebe entfernt worden ist.

tr. Trabecula, *pa.ch.* Parachordalknorpel, *n.c.* Rückensaite, *au* Ohrkapsel, an welcher die Erweiterungen für die halbcirkelförmigen Canäle zu sehen sind, *py* Pituitarkörper, *e* Augapfel, *mn* Mandibularbogen, *hy* Hyoidbogen, *br* Kiemenbogen. Die am vordern Ende des Nervenrohres noch bestehende Öffnung ist in der Haut vor den Trabeculae sichtbar.

121. Die Chorda dorsalis endigt zugespitzt ungefähr in der Höhe des vordern Endes der Gehörsäcke, dicht hinter dem Pituitarkörper. Zu beiden Seiten derselben liegen die Parachordalstreifen *(pa.ch.)*, welche vorn um ein Weniges hinter der Spitze der Chorda (Fig. 10) quer abgeschnitten sind. Seitlich liegen den Parachordalstreifen die Gehörsackeinstülpungen an, nebst deren mesoblastischer Hülle, welche im Begriff ist, einen theilweisen Gürtel von eben entstehendem Knorpel um dieselben zu bilden. Der Innenraum des Gehörsackes zeigt die einzelnen Erweiterungen für die halbkreisförmigen Canäle (Fig. 10). Der daran entstehende Knorpel kommt jedoch am Boden oder an der untern äussern Seite des Sackes unterhalb der Einstülpungsfalte nicht zur Ausbildung. Etwas später verschmelzen die Gehörmassen mit den Parachordalstreifen an zwei Stellen auf jeder Seite, einer vordern und einer hintern, und auf solche Weise entsteht eine Fenestra in der Basis des Schädels (s. Fig. 14, S. 52, *f.s.o*).

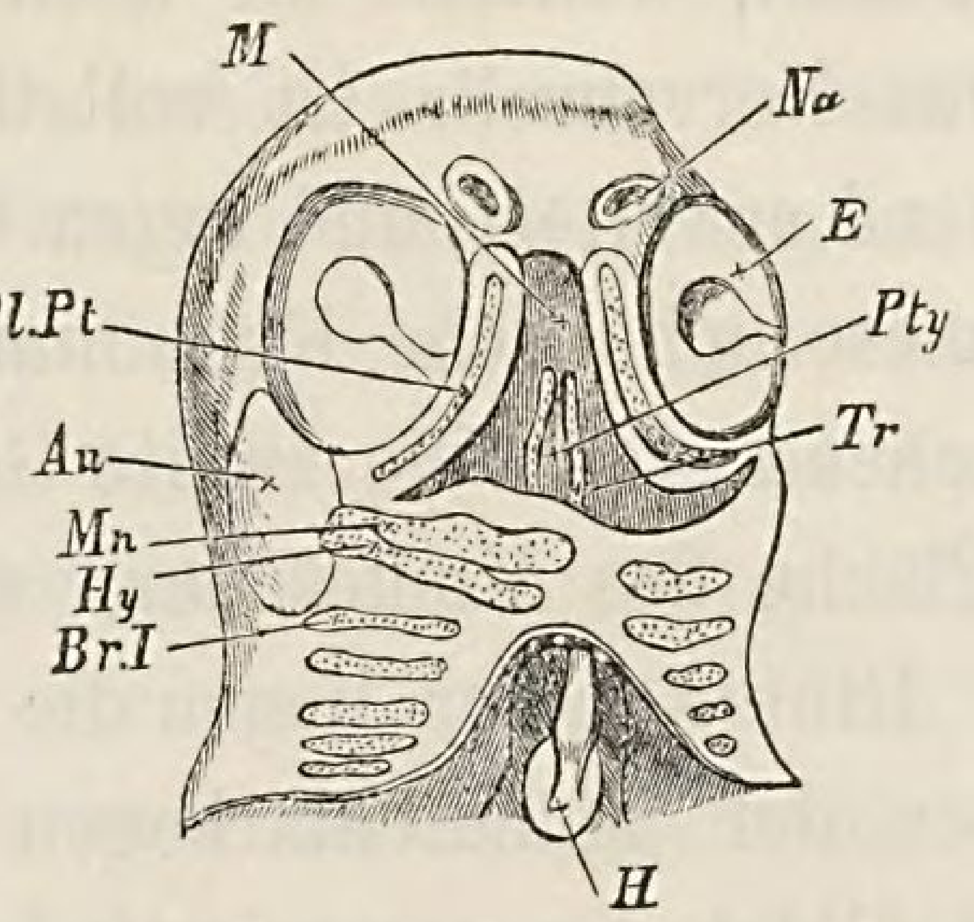
122. Die axiale prächordale Region des Schädelbodens wird von den Trabeculae eingenommen, die sich zu beiden Seiten des Pituitarkörpers nach aussen biegen. Sie sind klein und hinten zugespitzt, wo sie sich wieder gegen die Chorda zusammenkrümmen, ohne sie jedoch zu berühren; vorne breiten sie sich etwas aus, nähern sich einander und liegen unter dem vordersten Theil der Schädelhöhle im Dach der Mundhöhle. Der intertrabeculare Raum ist nicht etwa nur von gleicher Ausdehnung wie der Pituitarkörper, denn die Trabeculae liegen auch im Boden des Vorderhirnes und stützen es auf beiden Seiten.

123. Ein Palatinstreifen bildet sich deutlich in dem Suborbitalwulst aus; er ist einfach und gekrümmt, reicht vorn bis zum Nasensack und hinten beinahe bis zur Ohrkapsel, wo er über das hintere Ende des Supraorbitalwulstes hinübergreift. Dieser Palatinstreifen ist von Anfang an am Vorderende keulenförmig gestaltet und verhärtet sich dort auch zuerst, hinten dagegen läuft er in eine feine Spitze aus, welche sehr viel später erst zur Verhärtung kommt. Der Mandibularbogen ist anfänglich unten nur schwach nach vorn gebogen und kann sogar beinah quer verlaufen, obgleich Embryonen desselben Alters in dieser Hinsicht bedeutend variiren. Sein oberes Ende krümmt sich nach innen unter den vordern Abschnitt des Gehörsackes, gegen die Spitze der Chorda hin. Bald lassen sich daran drei Abschnitte unterscheiden: 1) die Metapterygoidspitze, 2) eine mittlere nach vorn gewendete Anschwellung, der Orbitalfortsatz, und 3) der untere oder Meckel'sche Fortsatz, der sich als spatelförmige Verbreiterung nach vorn erstreckt, aber noch nicht mit dem entsprechenden Theil der andern Seite zusammenstösst (s. Fig. 13, *mt.pg, or.p., mk*).

124. Der Hyoidbogen *(hy)* zeigt eine verbreiterte und nach innen gekrümmte Spitze, die unterhalb der Mitte des Gehörsackes liegt. Sein unteres Ende wendet sich hinter dem Mandibularabschnitt nach vorn. Die beiden Hyoidstücke stossen nicht zusammen, werden aber sehr bald nur noch durch ein kleines medianes Segment, das Basihyale (Fig. 13, *gh*), von einander getrennt. Hinter dem Hyoidbogen folgen fünf Paare von Kiemenbogen, die sich nicht in der Mittellinie vereinigen. Sie werden von vorn nach hinten hin allmählich kleiner, haben aber alle mit Ausnahme des letzten eine S-förmig gekrümmte Gestalt und ihre obern Spitzen krümmen sich über der Schlundhöhle nach innen.

125. Die Mehrzahl der primären Schädelelemente findet sich bereits an diesem jungen Embryo, welcher noch nicht die mesocepha-

Fig. 11.



Lachsembryo von ungefähr 3/4 Zoll Länge. Ansicht des Kopfes von unten, mit durchscheinenden Bogen.

Na Nasensäcke, *E* Augapfel, *Au* Ohrmasse, *Tr* Trabecula, *Pl.Pt* Palatin- oder Subocularbogen, *Mn* Mandibularbogen, *Hy* Hyoidbogen, *Br.I* erster Kiemenbogen, *Pty* Pituitarkörper, *M* Mund, *H* Herz.

lische Krümmung erlitten hat. Die parachordale und trabeculare Region sind deutlich abgegrenzt und das periotische Gewebe beginnt zu verknorpeln und mit den Parachordalstreifen zu verschmelzen. Der Palatin-, der Mandibular-, der Hyoid- und die fünf Kiemenbogen sind in einfachem noch ungegliedertem Zustand sichtbar; aber das Mandibularstück fängt bereits an, sich in einzelne Abschnitte zu differenciren.

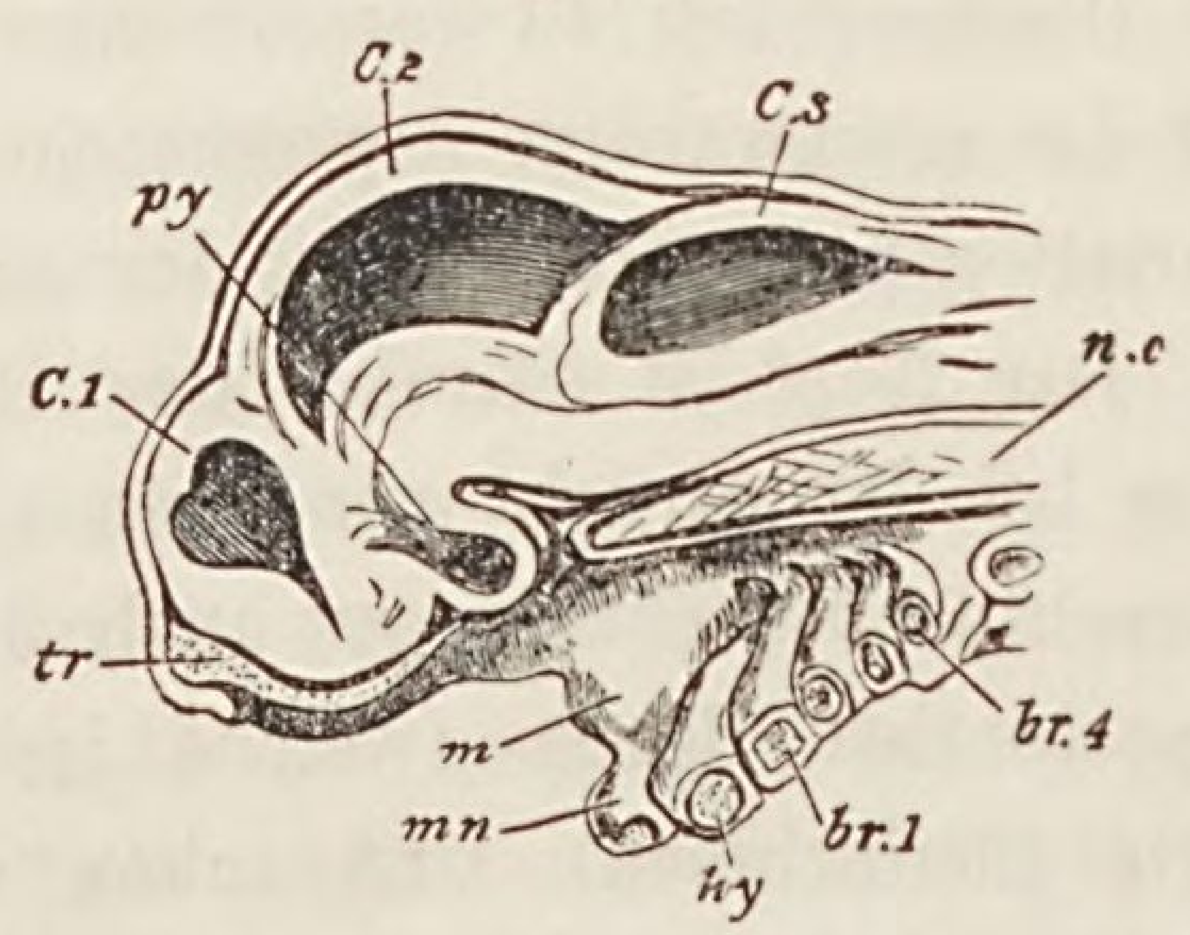
126. Um die Beschreibung zu vereinfachen, ist im Bisherigen keine Rücksicht auf die merkwürdige Asymmetrie der Lachsembryonen und die grossen Variationen im Grade und der Art dieser Asymmetrie genommen worden. Der Kopf ist nämlich der Regel nach um seine Axe gedreht, so dass bei der Ansicht von oben nur ein Augapfel und zwar entweder der rechte oder ebenso gut auch der linke sichtbar ist. Die rudimentären postoralen Bogen (welche im Anfang an der allgemeinen Asymmetrie theilnehmen) sind schon deutlich ausgebildet, bevor noch die Spalten zwischen ihnen zum Durchbruch gelangen. Die Bogen weichen hinsichtlich des Grades ihrer Ausbildung sehr von einander ab; am frühesten kommen der Mandibular- und der Hyoidstreifen zur Anschauung, dann die Kiemenbogen, hierauf die Trabeculae und am unvollkommensten sind die Palatinstücke. Die Verknorpelung der letzteren geht sehr träge vor sich. Sie umschliessen in ihrem Innern sogar im dritten Stadium noch einen weichen Kern. Dem lässt sich vielleicht ihr spätes Auftreten beim Frosch vergleichen.

Zweites Stadium: Die Metamorphose des Hyoidbogens.

127. Die nunmehr zu erwähnende Serie von Veränderungen geht an den Embryonen vor sich, während sie noch im Ei oder soeben erst ausgekrochen sind. Das Nervenrohr ist vollständig geschlossen. Die Hirnblasen sind bedeutend erweitert und ragen weit vor und ihr starkes Wachsthum hat eine mesocephalische Krümmung hervorgerufen (siehe Fig. 12). Dementsprechend stellt die zweite Gehirnblase einen grossen Buckel an der obern Fläche des Kopfes dar, während die erste Blase vorn und unten liegt. Hinter dieser liegen die Augäpfel, darauf folgen die Visceralbogen, aber der Mandibularbogen ragt unten bedeutend vor (Fig. 13, *mn*) und bildet die vorspringende hinterste Umgrenzung des Mundes. Der Stirnnasenfortsatz (*n.f.p*) ist zwischen den Nasensäcken sehr breit ausgewachsen und trennt die Suborbitalbogen von einander, so dass die Mundhöhle breit und quadratisch erscheint. Eine operculare Hautfalte erstreckt sich vom obern Theile der Hyoidgegend nach hinten. Hautpapillen, die Rudimente der Kiemen, sind an allen Kiemenbogen mit Ausnahme des letzten wahrzunehmen.

128. Die Chorda dorsalis bleibt in derselben relativen Lage wie früher, aber die Parachordalstreifen sind vorn dicker geworden und verschmelzen mit den Trabeculae. Hinten erstrecken sie sich weiter

Fig. 12.



Lachsembryo, im Ausschlüpfen begriffen. Medianer Längsschnitt des Kopfes.

C1,2,3 Vorder-, Mittel- und Hinterhirn, *py* Pituitarkörper, *n.c* Chorda dorsalis, *tr* Trabecula, *m* Mund, *mn* Mandibularbogen, *hy* Hyoidbogen, *br* Kiemenbogen.

und spitzen sich zu, sie streben überdies die Chorda dichter zu umfassen. Seitlich wird ihre Vereinigung mit den Gehörknorpeln mehr und mehr sichtbar, was eine Verkleinerung der Fenestra in der Ver-

einigungslinie mit der periotischen Masse zur Folge hat (Fig. 14). Die Gehörkapseln sind in viel grösserm Umfange verknorpelt und an der Vereinigungsstelle zwischen ihnen und den Parachordalstücken beobachtet man eine Verdickung und einen nach oben wachsenden Abschnitt, welcher die Seitenwände und das Dach für die Schädelhöhle zu bilden strebt. Die halbkreisförmigen Canäle bringen am Gehörknorpel entsprechende Vorragungen hervor und über dem hintern Canal bleibt eine kleine Stelle unverknorpelt (F e n e s t r a e p i o t i c a).

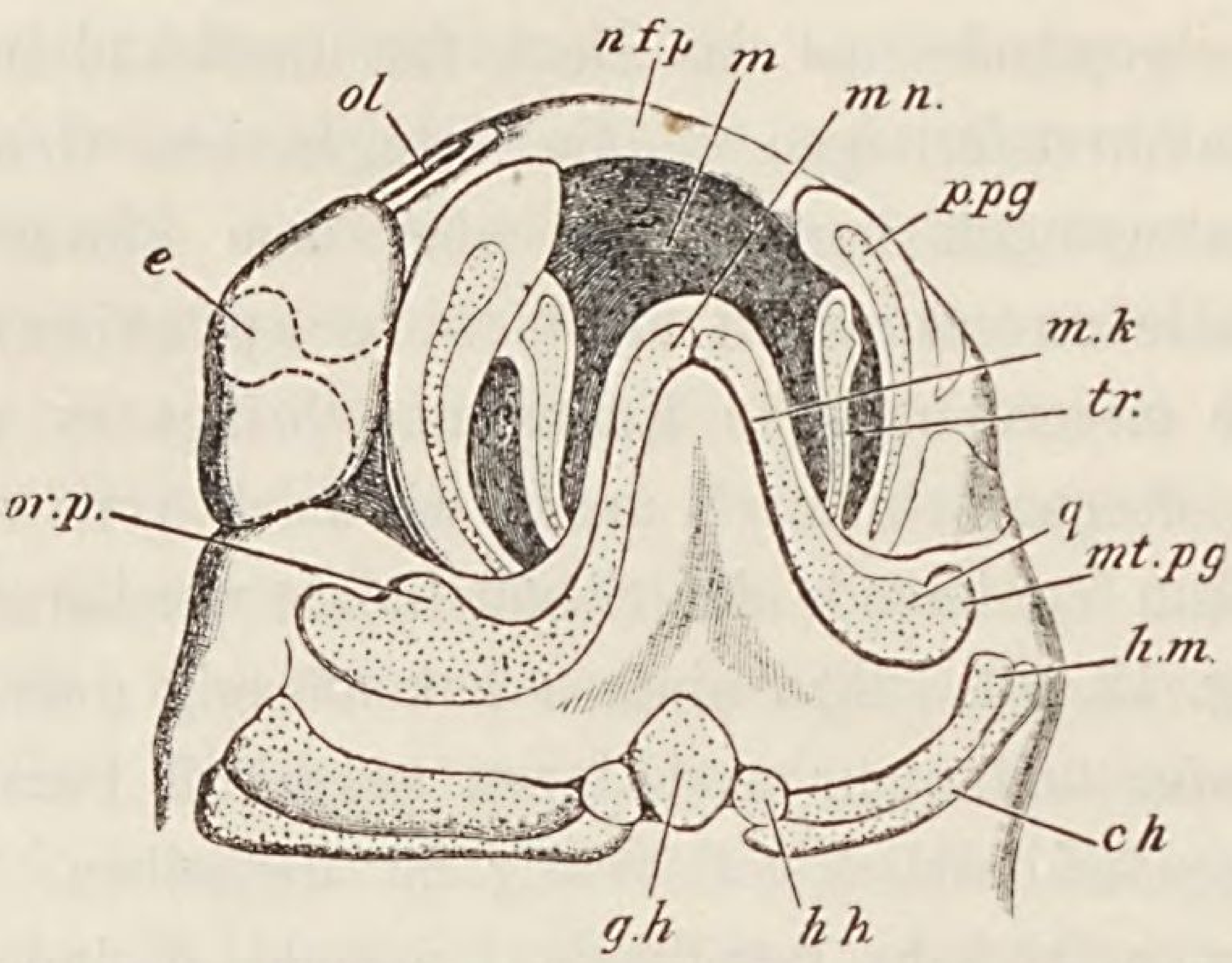
129. Die mesocephalische Krümmung bringt es mit sich, dass die Trabeculae ebenso sehr nach unten wie nach vorn verlaufen; vorn jedoch unter dem Vorderende der Schädelhöhle wenden sie sich wieder nach oben (Fig. 12, *tr*). Ihre hintern hakenförmig gekrümmten Enden wenden sich mehr und mehr nach innen gegen die Parachordalstreifen und verschmelzen schliesslich vollständig mit denselben. Der Zeitpunkt dieser Vereinigung ist sehr verschieden; manchmal findet sie vor dem Ausschlüpfen statt, in manchen Fällen ist sie selbst in der zweiten Woche nach diesem Vorgang noch nicht vollendet.

130. Vor der Pituitargegend nähern sich die Trabeculae einander in ihrer ganzen Länge und verschmelzen dann allmählich und zu gleicher Zeit entsteht ein medianer Längswulst darauf. Dieser Wulst ragt vorn immer stärker vor, wo die Trabeculae in dem Stirnnasenfortsatz liegen und sich seitwärts ausbreiten, indem sie den subocularen oder den Palatinbogen entgegenwachsen; auf diese Weise kommt die Ethmopalatinverbindung zu Stande (Fig. 14). Die vordersten Enden der Trabeculae entwickeln an ihrer Unterseite im Dach der Mundhöhle einen queren Wulst; oberhalb divergiren sie von dem mittleren Kamm und bilden eine flache schaufelförmige Lamelle auf jeder Seite, welche theilweise den Riechsack überwölbt. Die übrigen Theile der Umhüllung des Schädels sind noch membranös; die Parachordalstücke, die Trabeculae und die Gehörkapseln setzen das gesammte Chondrocranium zusammen.

131. Der Suborbital- oder Palatinbogen bleibt in diesem Stadium noch wenig ausgebildet; er stellt die seitliche Wandung der Mundhöhle dar und steht vorn mit dem Ethmopalatinfortsatz der Trabecula in Berührung. Hinten findet sich eine Spalte zwischen ihm und dem Augapfel, die in den Gaumen hinabreicht. Der Kiefer- oder Mandibularbogen erfährt grössere Abänderungen; der untere Meckel'sche Ab-

schnitt biegt sich in ziemlich weit offenem Winkel gegen die proximale Portion und trifft in der Mittellinie auf das gleichnamige Stück der andern Seite (Fig. 13).

Fig. 13.



Lachsembryo kurz vor dem Ausschlüpfen. Untere Ansicht des Kopfes; die Bogen sind durch die Haut hindurch sichtbar dargestellt.

n.f.p Stirnnasenfortsatz, *ol* Nasensack, *e* Augapfel, *m* Mund, *tr* Trabecula, *p.pg* Gaumenknorpel, *mn* Kieferbogen, *mk* Meckel'scher Abschnitt, *q* Quadratabschnitt, *mt.pg* Metapterygoidabschnitt, *or.p* Orbitalfortsatz, *g.h* Glosso- oder Basihyale, *hh* Hypohyale, *ch* Ceratohyale, *h.m* Hyomandibulare.

Diese Biegung findet in der Regel nach vorne hin statt, sie kann aber auch rückwärts gerichtet sein, so dass dann verschiedene Embryonen ein äusserst abweichendes Aussehen ihrer Gesichtsbogen darbieten, was auf dieser Ursache sowie auf der Asymmetrie dieser Geschöpfe beruht; das morphologische Resultat jedoch bleibt das nämliche.

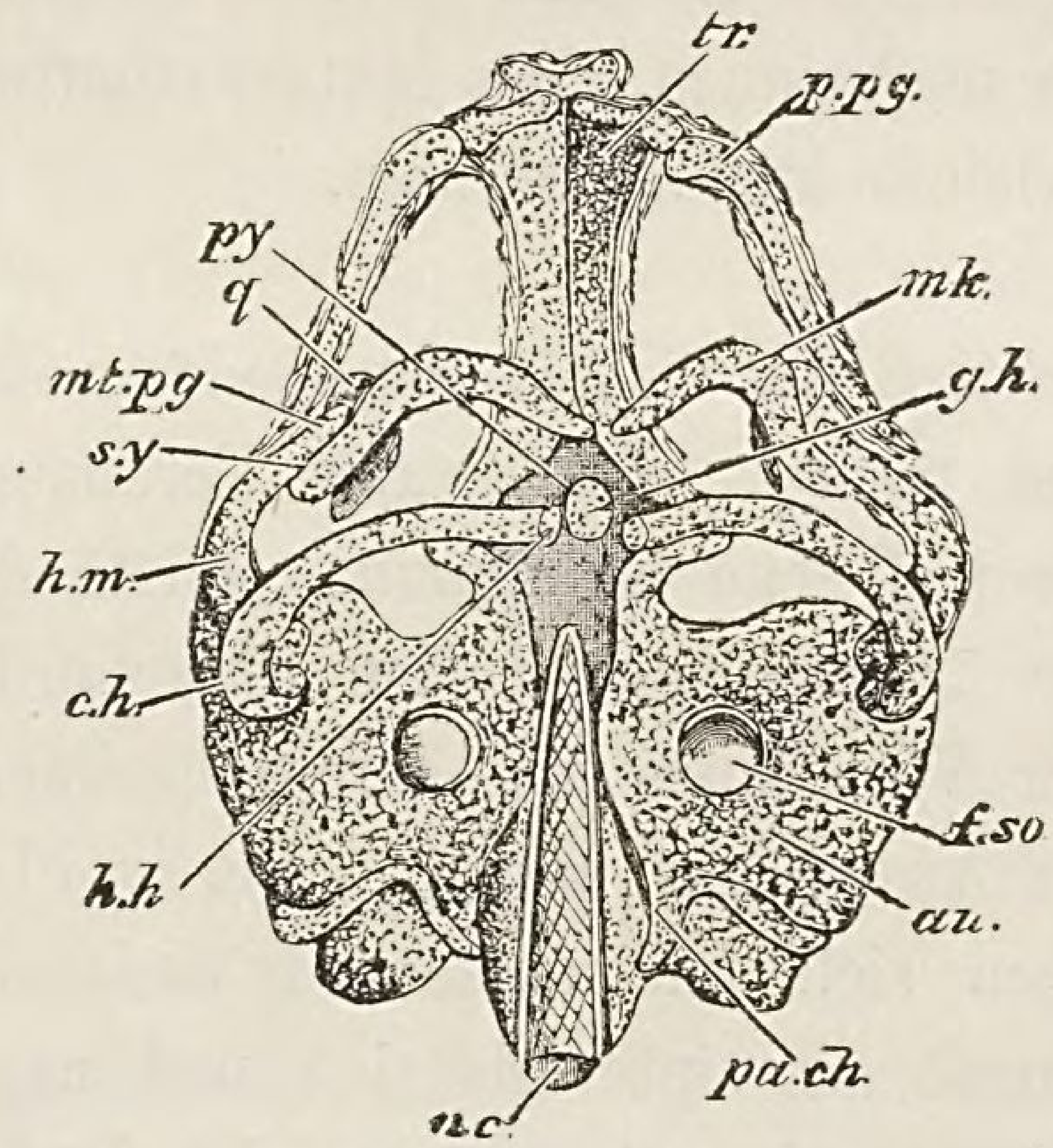
132. Der proximale Abschnitt des Mandibularbogens verbreitert sich und ein oberes Segment wird in eigenthümlicher Weise davon abgegliedert, dergestalt, dass ein Kugelgelenk entsteht. Die Gelenkkugel gehört dem obern, die Pfanne dem untern Stücke an und das Gelenk wird durch einen eckigen Fortsatz des letztern geschützt, der auf der Hinterseite emporsteht. Im Spätern entfernt sich der ganze Bogen erheblich von den axialen Theilen nach unten hin und behält nur eine ziemlich lose Befestigung an der Schädelwand.

133. Noch vor der Gliederung des Mandibularknorpels findet die auffälligste Abschnittbildung am Hyoidbogen statt. Neben dem in §. 124 (S. 46) erwähnten medianen Basihyale gliedert sich ein

kleines kugelförmiges Stück, das Hypohyale, vom untern Ende jedes Hyoidbogens ab, während der Rest des Bogens seiner ganzen Länge nach sich in zwei Stücke spaltet, so dass der eine Streifen unmittelbar hinter dem andern und in inniger Berührung mit demselben liegt. Der vordere dieser beiden ist das Hyomandibulare, der hintere das Ceratohyale (Fig. 13, *hm,ch*).

134. In einer etwas spätern Periode, welche mit dem allmählichen Herabwandern des Mandibularbogens von der Schädelmasse zusammenfällt, divergirt das Hyomandibulare an seinem untern Ende vom Ceratohyale, bleibt aber oben mit demselben in Berührung. Das auf solche Weise nach vorn gerichtete Hyomandibulare erreicht den Mandibularbogen und heftet sich nun dem obern Gliedstück und zugleich dem proximalen Ende des untern Gliedstücks desselben an (Fig. 14).

Fig. 14.



Lachsembryo kurz vor dem Ausschlüpfen. Ansicht des Schädels von unten, nachdem die Kiemenbogen entfernt worden sind.

tr Trabecula mit ihrem queren Wulst im Gaumendach, *p.pg* Palatinstreifen, nahe der Ethmopalatinverbindung, *py* Pituitarraum, *nc* Chorda dorsalis, *pa.ch* Parachordalknorpel, der mit *au*, der Ohrkapsel verwachsen ist, eine Stelle ausgenommen, wo eine Fenestra, *f.s.o* offen blieb; *mk* Meckel'scher Knorpel, *q* Quadratabschnitt, *mt.pg* Metapterygoidabschnitt (die Weisungslinie sollte aber bis auf das an der Innenseite des Meckel'schen Knorpels liegende Stück fortgesetzt sein); *h.m* Hyomandibulare, an seinem ventralen Ende nach vorn gewendet und durch den Symplecticumabschnitt *sy* mit dem Quadratstück des Mandibularbogens verbunden; *c.h* Ceratohyale, *h.h* Hypohyale, *g.h* Glosso- oder Basihyale.

135. Eine fernere Veränderung der Lagebeziehungen vollzieht sich noch später. Während nämlich die Schlundgegend an Umfang

zunimmt, bleibt das Hyomandibulare dem Ohrknorpel dicht angelagert, während man das Ceratohyale immer tiefer und tiefer unten antrifft, gerade als ob es ungefähr längs der Hälfte des hintern Randes des Hyomandibulare heruntergeglitten wäre (siehe nächstes Stadium, Fig. 17). In dieser Lage angelangt, wird das obere Ende des Ceratohyale durch ein Interhyalligament fixirt, in welchem sich später Knorpel entwickelt. Das Hyomandibulare verbreitert sich oben und bildet einen rückwärts gerichteten Sporn aus; unten bleibt es griffelförmig. Die Mandibulohyoidspalte gelangt allmählich zum völligen Verschluss.

136. Die Kiemenbogen sind noch nicht ebenso in einzelne Stücke gegliedert wie die vor ihnen liegenden Bogen. Sie verschmelzen alle, mit Ausnahme des letzten, in der Mittellinie der Bauchseite mit einander, und dann erst gliedern sich vier kleine mediane, unpaare, ventrale Stücke ab, die Basibranchialia. Die obern Enden dieser Bogen krümmen sich in gefälliger Biegung über den Seitenwänden und dem Dach des Schlundes nach innen. Das hintere (fünfte) Paar der Kiemenbogen bleibt viel kleiner als die übrigen.

137. Die wichtige Entwickelungsperiode, welche in dieses zweite Stadium fällt, weist mehrere bedeutsame Veränderungen auf. Nachdem sich die mesocephalische Krümmung vollständig ausgebildet hat, vereinigen sich die Trabeculae mit den Parachordalstücken, und die letzteren, in inniger Verbindung mit den Gehörknorpeln, bringen seitliche und occipitale Auswüchse hervor. Die vordern Abschnitte der Trabeculae vereinigen sich und entsenden nach oben einen medianen Kamm, das Rudiment der interorbitalen und nasalen Scheidewände, während seitliche und vordere Auswüchse der Trabeculae zur Bildung des Ethmopalatin- und des Cornualabschnittes führen. Das lebhafteste Interesse aber erwecken die Veränderungen, durch welche der Mandibular- und der Hyoidbogen sich in ihre Stücke gliedern und ihre Segmente die für die Knochenfische im Wesentlichen charakteristischen relativen Lagen annehmen. Das vorzugsweise Wachsthum an besondern Stellen bringt all das hervor, was sich der oberflächlichen Beachtung wie ein sich Verschieben von Theilen darstellt. Es ist, wie wir hoffen, aus dem Obigen deutlich geworden, wie die Elemente des Mandibularbogens, nachdem sie sich eine ziemliche Strecke von den axialen Theilen entfernt, ihr Suspensorium in dem dahinter liegenden Bogen finden, welcher für diesen Zweck in höchst eigenthümlicher

Weise abgetheilt wird. Endlich ist noch die Bildung von besondern Hypo- und Basibranchialstücken als dieser Periode zukommend zu erwähnen. Die Haupttheile der Kiemenbogen aber zeigen noch keinerlei Gliederung.

Drittes Stadium: Lachsbrut aus der zweiten Woche nach dem Ausschlüpfen.

138. Der Kopf ist viel grösser geworden und die mesocephalische Krümmung hat sich wieder verloren, so dass ein Längsschnitt die Theile des Gehirns annähernd in einer geraden Linie auf dem abgeflachten Schädelgrunde liegend zeigt. Das wohl ausgebildete Gehirn füllt die verhältnissmässig grosse Schädelhöhle aus, an deren Seiten die Vorragungen des Gehörapparates sehr deutlich hervortreten. Die Gelenkstelle des Meckel'schen Knorpels mit dem proximalen Element des Mandibularbogens ist noch weiter vom Niveau des Schädelgrundes nach unten gerückt und die Mandibel ist nach vorn unter den Vordertheil des Kopfes vorgewachsen. Bis zu dieser Zeit treten noch keine Verknöcherungen im Knorpel auf, aber Parostosen[1] sind an mehr als einer Stelle zur Ausbildung gekommen, worunter besonders die basicraniale Schiene oder das Parasphenoid zu nennen ist. In vielen Punkten findet sich Übereinstimmung zwischen dem knorpeligen Cranium des Lachses auf dieser Entwickelungsstufe und dem knorpeligen und knöchernen Cranium des ausgewachsenen Polypterus, worüber man vergleichen möge: Traquair, *On the Cranial Osteology of Polypterus* (Journ. of Anat. Vol. V, p. 166).

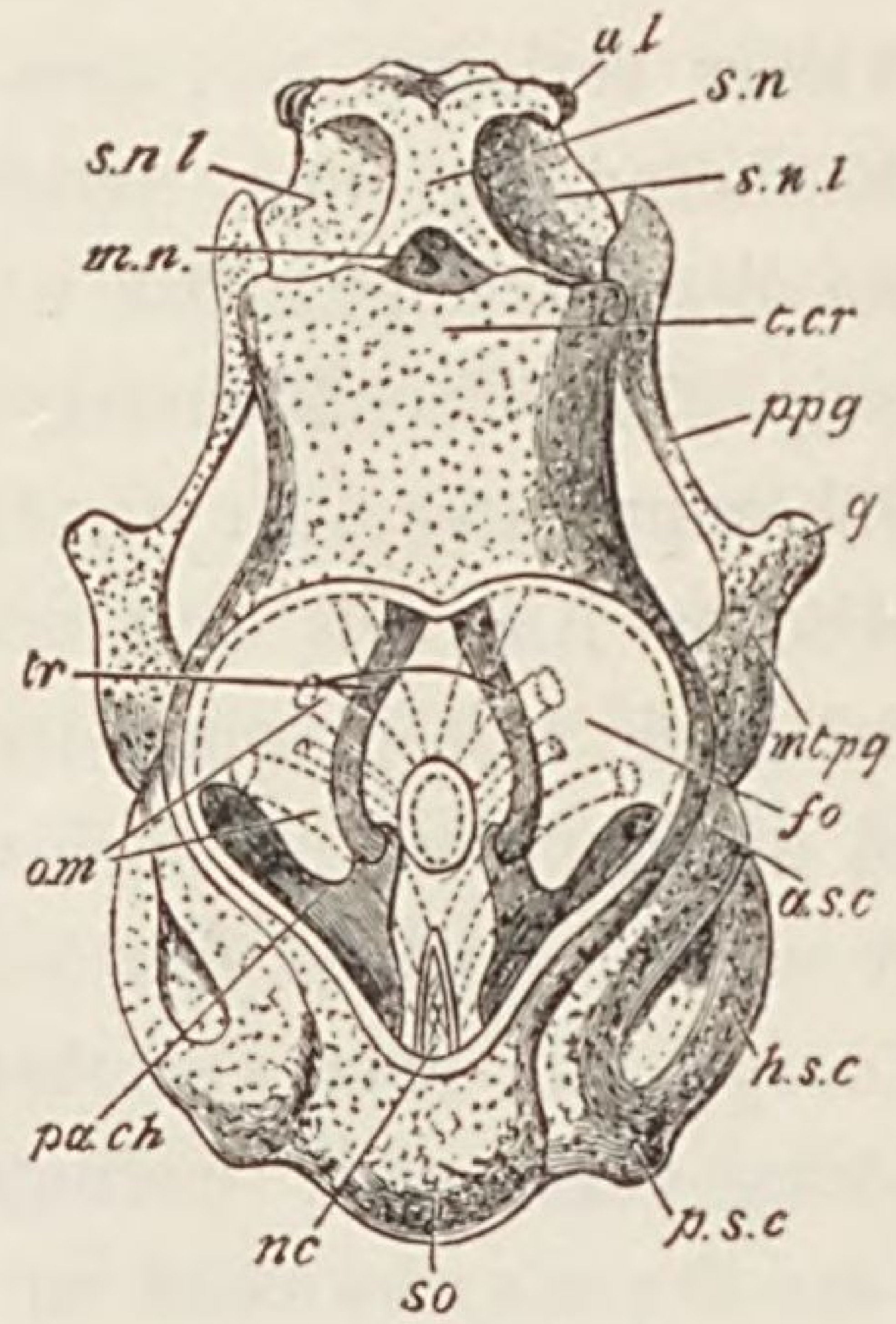
139. Der Occipitalabschnitt des Chondrocraniums hat Fortschritte gemacht, ist aber noch weit vom fertigen Zustande entfernt. Die Chorda dorsalis hat sich soweit zurückgezogen, dass sie nur noch die hintere Hälfte des postpituitaren (basilaren) Abschnittes einnimmt, und die Parachordalmassen haben sich von einander entfernt, so dass ein ziemlich grosser ovaler Raum (die hintere basicraniale Fon-

[1] Unter Parostose wird eine Verknöcherung im fibrösen subcutanen Gewebe verstanden; sie kann das Perichondrium eines knorpeligen Abschnittes erreichen und vollständig einhüllen und ein solcher Knochen kann somit als ein Hautknochen bezeichnet werden. Ektostose bezeichnet eine Verknöcherung, die zwischen dem Perichondrium und den oberflächlichen Zellen des Knorpels auftritt, welcher dann allmählich resorbirt und durch Knochen ersetzt wird. Endostose ist die directe Verkalkung des Knorpels.

tanelle) vorn zwischen ihnen übrig bleibt, während sie sich hinten noch an keiner Stelle ihrer Länge mit einander vereinigen, obgleich sie die Chorda dicht umhüllen (Fig. 15).

140. Nach der Seite hin verbreitern sich die Parachordalstreifen nicht wie beim Hundshai und dem Rochen. Sie bilden einfach den Boden für das Hinterhirn und verschmelzen aussen mit den perioti-

Fig. 15.



Junger Lachs aus der zweiten Woche nach dem Ausschlüpfen. Ansicht des aufgeschnittenen Schädels von oben; das Gehirn ist herausgenommen und die untern Theile etwas auseinander gelegt.

pa.ch bezeichnet die vordere Grenze des Parachordalknorpels; *nc* Chorda dorsalis, in der durch Auseinanderweichen der Parachordalstücke entstandenen hinteren basicranialen Fontanelle liegend; *om* Augenmuskeln, welche von einer Stelle unterhalb des Schädelbodens, in der Gegend der Chorda, nach beiden Seiten hin ausgehen; *s.o* Supraoccipitalabschnitt; *a.s.c* vorderer, *h.s.c* horizontaler oder äusserer, *p.s.c* hinterer halbkreisförmiger Canal; *tr* Trabeculae; *t.cr* Tegmen cranii oder knorpliges Schädeldach; *fo* obere herzförmige Fontanelle; *s.n* Nasenscheidewand; *sn.l* subnasale Platte; *mn* mesonasale Höhlung; *ul* oberer Lippenknorpel; *p.pg* Palatopterygoidstreifen; *q* Gelenkkopf am Quadratum; *mt.pg* Metapterygoidabschnitt des Kieferbogens.

schen Knorpeln. Nichtsdestoweniger findet sich ein deutlicher Einschnitt am vordern Rande zwischen den Ohrmassen und den Parachordalia und die letzteren ragen überdies hinten über die Gehörknorpel vor. Jeder dieser hintern Fortsätze ist in zwei Lippen gespalten, welche die ursprünglichen Gelenkflächen des Craniums mit dem Wirbel darstellen. Jetzt existiren auch seitliche Occipitalknorpel, die in erheblicher Ausdehnung mit den Gehörkapseln verschmelzen, sich aber

frei über den rückwärts gerichteten Vorsprüngen der Parachordalstreifen erheben. Oberhalb haben sie sich von beiden Seiten nach innen gewendet und sind mit einander verwachsen, um die Supraoccipitalplatte zu bilden (s. Fig. 15).

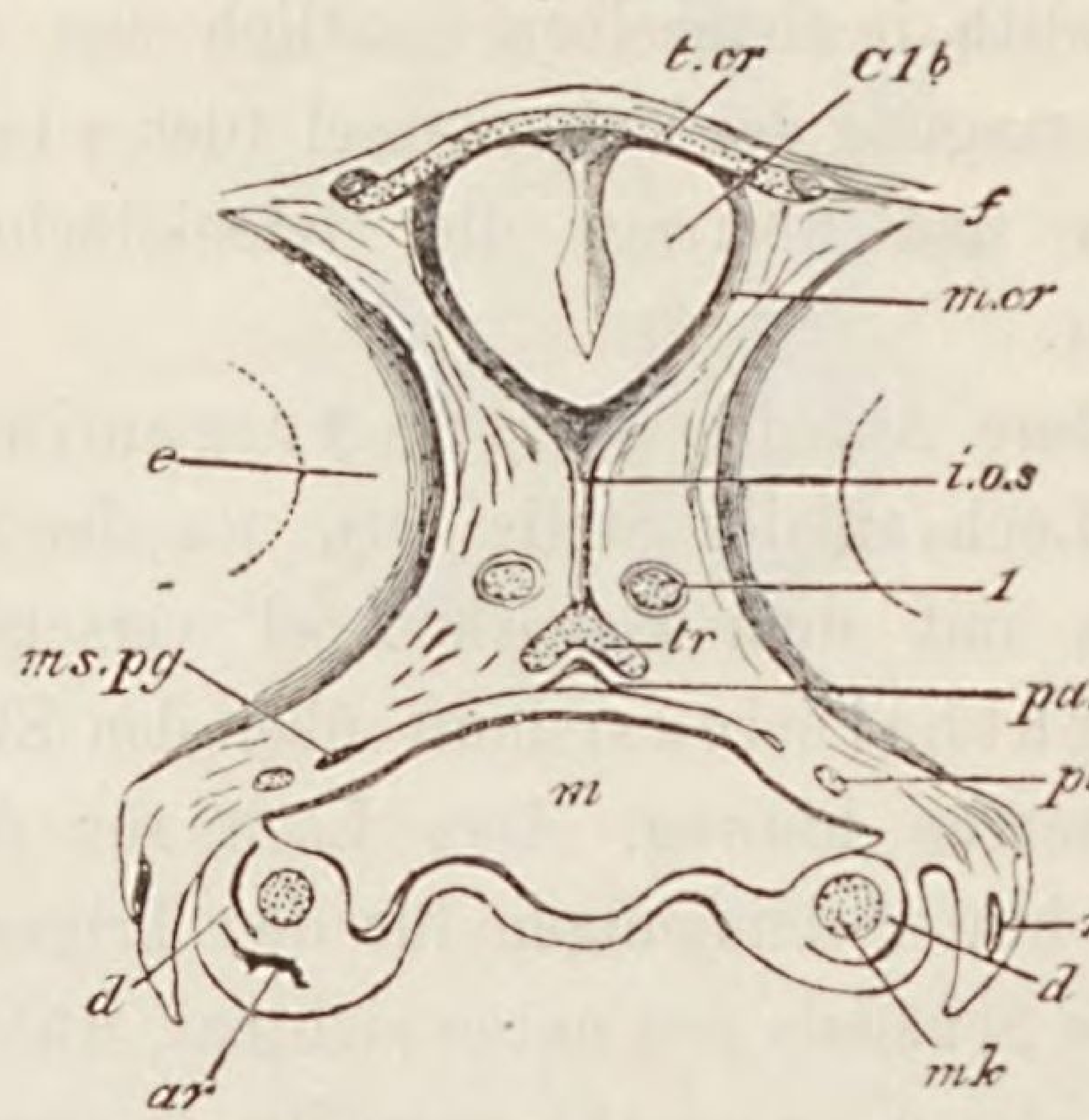
141. Die Gehörknorpel sind nicht bedeutend verändert; die halbkreisförmigen Canäle sind verhältnissmässig gross und lassen sich deutlich durch den Knorpel hindurch erkennen. An der untern Fläche ist die früher (§ 121, S. 45) erwähnte Fenestra an der Vereinigungsstelle zwischen den periotischen und den Parachordalmassen relativ viel kleiner, indem sie zugleich dadurch nach aussen hin verschoben wurde, dass die letzteren unter die ersteren hinunterwuchsen. Der Knorpel an der Unterseite des vorragenden Vestibulums ist sehr dünn und ein grosser Otolith in demselben deutlich von aussen zu sehen. Die obere äussere Vorragung der Gehörkapsel (der pterotische Wulst) springt stark hervor und überragt die Gelenkfläche des Hyomandibulare von oben her.

142. Der hintere Ast des Nervus trigeminus tritt aus dem Schädel durch ein Loch an der Stelle aus, wo der vordere Theil des Parachordalstreifens mit dem Gehörknorpel verschmolzen ist. Sein vorderer Ast (R. ophthalmicus) läuft über den Einschnitt zwischen diesen beiden Elementen hinweg. Das Loch für den N. facialis (Fig. 18, *7a*) liegt hinter demjenigen für den Trigeminus *(5)* und ist in einer Ansicht des Schädels von unten sichtbar, während der Glossopharyngeus und der Vagus *(8)* ungefähr in derselben Höhe nahe dem hintern Ende der Basis cranii austreten. Die Augenmuskeln *(o.m)* verlaufen von ihrer Anheftungsstelle am Schädelgrund zu beiden Seiten des Pituitarkörpers nach vorn gegen die Augenhöhle.

143. Der hintere Abschnitt der Trabeculae in der Gegend des Pituitarkörpers zeigt keine wesentlichen Veränderungen: schlanke gebogene Streifen umschliessen einen ungefähr dreieckigen intertrabecularen Raum, der viel grösser ist als der Pituitarkörper selbst, und hinten liegen sie über den vordern Enden der Parachordalstücke, mit denen sie bald verschmelzen. Vorne sind grosse Veränderungen vor sich gegangen. Die Gehirnkapsel hat sich erhöht und das Vorderhirn liegt nicht mehr unmittelbar auf den Trabeculae, sondern auf einem membranösen Boden, welcher die obere und innere Auskleidung jeder Augenhöhle bildet, während ein medianes senkrechtes Interorbitalseptum diesen Boden mit den Trabeculae verbindet (Fig. 16, *i.o.s*). Die letz-

teren liegen nicht horizontal, sondern sind nach oben gewölbt, so dass sie sich unter einem rechten oder sogar stumpfen Winkel vereinigen und eine scharfe Kante nach oben kehren (Fig. 16, *tr*). Die Trabeculae werden breiter, wo sie mit einander verschmelzen, und vor der Augenhöhle krümmen sie sich plötzlich wieder zu beiden Seiten nach aussen, um die Ethmopalatinfortsätze zu bilden, mit denen die vordern Enden der Palatinstreifen verbunden sind (Fig. 15, *p.pg*). Die Trabecularplatte ist an ihrem vordersten Abschnitte breit und unten quadratisch, sie bildet den Boden für die Nasensäcke und endigt mit einem breiten, an den äussern Ecken abgestumpften Rand, an dem nur geringe Andeutungen freier Trabecularhörner zu erkennen sind.

Fig. 16.



Junger Lachs aus der zweiten Woche nach dem Ausschlüpfen. Querschnitt des Kopfes durch das Vorderhirn und die Augäpfel.

t.cr Tegmen cranii; *m.cr* membranöse Auskleidung der Schädelhöhle; *C1b* Vorderhirn; *i.o.s* Interorbitalseptum; *1* Riechschenkel; *tr* die verschmolzenen Trabeculae, mit oberem Kamm; *pa* Palatinknorpel; *mk* Meckel'scher Knorpel; *m* Mund; *e* Augapfel.

Knochen: *f* Frontale; *pa.s* Parasphenoid; *ms.pg* Mesopterygoid; *mx* Maxillare; *d* Dentale; *ar* Articulare.

144. Der vordere Theil des Trabecularkammes (die Nasenscheidewand) hat an Höhe zugenommen; seine beiden Hälften divergiren vorn und hinten, so dass sie halbmondförmig werden. Das vordere Horn wird gegen sein Ende hin flach, das hintere erhebt sich etwas und verschmilzt mit dem Ethmopalatinfortsatz und mit dem gleich zu beschreibenden Schädeldach. In dem Winkel zwischen der hintern Gabel des Internasalknorpels findet sich eine mediane, blind endigende,

membranöse Tasche (Fig. 15, *mn*), unterhalb deren die Trabecularplatte liegt. Die Riechschenkel treten aus der Hirnhaut unterhalb des hintern Theils des Vorderhirns aus und verlaufen in der Augenhöhle zu beiden Seiten der Interorbitalscheidewand horizontal nach vorn, um schliesslich ein Niveau etwas über den verschmolzenen Trabeculae in der Ethmoidalgegend zu erreichen, wo sie die hintere Nasenwand durchbohren.

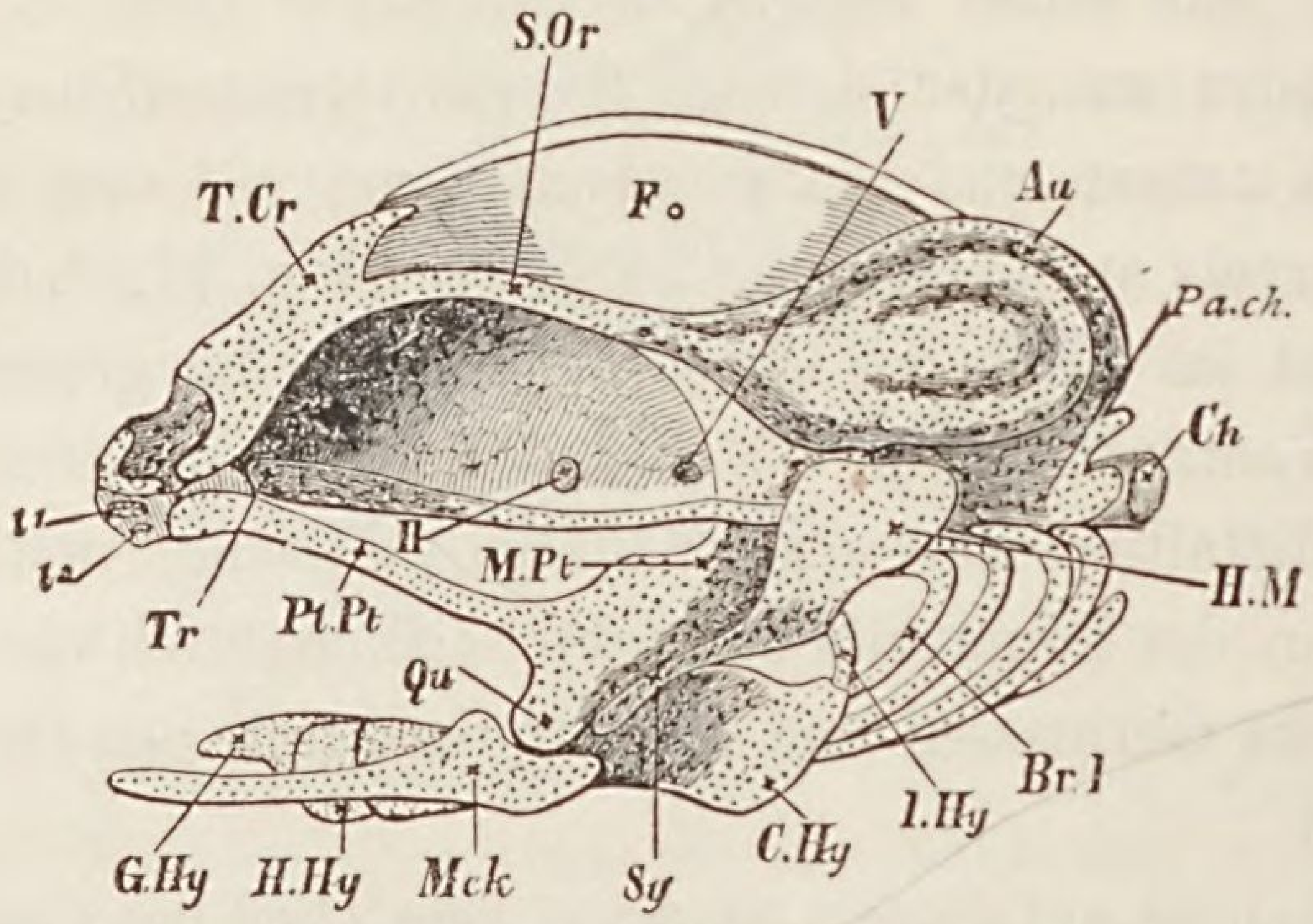
145. Der vordere Theil des Schädels ist knorpelig geworden. Dieses Schädeldach oder Tegmen cranii ist breit und quadratisch, nach oben convex und bedeckt das Vorderhirn nebst der vordern Hälfte des Mittelhirns; es steht vorne in continuirlicher Verbindung mit den hintern Hörnern der Nasenknorpel und neigt sich auf den Seiten gegen die Ethmopalatinregion, indem es die seitlichen Ethmoidal- oder Antorbitalplatten bildet. In den Seitenwänden des Craniums findet sich unterhalb des vom Tegmen bedeckten Abschnittes kein Knorpel, aber jede seiner hintern äussern Ecken läuft in einen schlanken Knorpelfaden aus, der sich im Supraorbitalstreifen ausgebildet hat und sich nach aussen und hinten wendet, um mit dem vordern Theil des Gehörknorpels in Verbindung zu treten (Fig. 17, *S. Or*). Auf diese Weise entsteht im Dach des Chondrocraniums eine grosse herzförmige membranöse Fontanelle (Fig. 15, *fo*), welche vorn durch das Tegmen (das in der Mittellinie etwas nach hinten vorspringt und dadurch eine Ausrandung an der Fontanelle bedingt), seitlich durch die Supraorbitalstreifen und die Ohrmassen und von hinten durch den Occipitalknorpel begrenzt wird.

146. Noch ist auf diesem Stadium kein Theil des Chondrocraniums verknöchert, aber es sind verschiedene Parostosen aufgetreten. Die wichtigste darunter ist das unpaarige Parasphenoid (Fig. 16, *pa. s*), ein flacher Knochen, welcher dem Schädelgrund von unten her aufliegt und sich von der Nasengegend bis beinahe zum hintern Ende der Gehörgegend erstreckt. Sowohl vorn als hinten ist er ein wenig gablig getheilt. Ein dünner Supraethmoidknochen liegt der Nasenscheidewand auf und eine griffelförmige Frontalverknöcherung findet sich über beiden seitlichen Rändern des Tegmen cranii. Grade unterhalb des vordern Endes der Trabecularplatte liegt auf jeder Seite ein Rudiment des Praemaxillare.

147. Die erste wichtige Veränderung, welche an den Theilen des Gesichtsschädels wahrzunehmen ist, besteht in der Verschmelzung

von ursprünglich gesonderten Elementen, dem Palatinum und dem proximalen Mandibularabschnitt. Der Palatin- oder Suborbitalknorpel verbindet sich mit einem vorwärts wachsenden Stück des Mandibularknorpels, so dass er sowohl vorn als hinten sich ausbreitet und nur in der Mitte schlank bleibt. Der stark verbreiterte obere Mandibularabschnitt bildet den vordern Theil der Schlundwand unterhalb des Niveaus der Schädelhöhle und bleibt nicht länger in unmittelbarer Verbindung mit dem Schädel. Seine wesentlichen Beziehungen zum Chondrocranium werden durch den dahinter liegenden Bogen vermittelt, dessen oberer vorderer Abschnitt demselben dicht anliegt. Auf diese Weise entsteht nun jederseits nur ein continuirliches Knorpelstück, das sich vom Ethmopalatinfortsatz der Trabecula vorn bis zum Hyomandibulare hinten erstreckt (Fig. 17). Zwei Paare kleiner knopfförmiger

Fig. 17.



Junger Lachs aus der zweiten Woche nach dem Ausschlüpfen. Seitenansicht des Schädels; die Parostosen, die Augäpfel und Nasensäcke sind abgetragen worden.

T.Cr Tegmen cranii; *S.Or* Supraorbitalstreifen; *Fo* obere Fontanelle; *Au* Ohrkapsel; *Pa.ch* Parachordalknorpel; *Ch* Chorda; *Tr* Trabecula; oberhalb derselben ist das Interorbitalseptum zu sehen, das nach oben in die Schädelwand übergeht und den Supraorbitalstreifen erreicht; II Austrittstelle des Sehnerven, V des Trigeminus; l_1 l_2 Labialknorpel; *Pl. Pt.* Palatopterygoidstreifen; *M.Pt.* Metapterygoid; *Qu* Quadratabschnitt, *Mck* Meckel'scher Knorpel; *HM* Hyomandibularknorpel; *Sy* Symplecticum; *J.Hy* Interhyale; *C.Hy* Ceratohyale; *H.Hy* Hypohyale; *G.Hy* Glossohyale; *Br.1* erster Kiemenbogen.

Knorpelstücke, die obern Labialknorpel ($l_1 l_2$) finden sich vor den Palatinknorpeln unterhalb des vordern Theils der Trabeculae. Der verlängerte Articulo-Meckel'sche Stab oder der Knorpel des Unter-

kiefers articulirt mit dem Condylus am proximalen Mandibularstück und zieht sich hinter der Gelenkgrube in eine dicke Ecke aus.

148. Knochenanlagen trifft man jetzt in Verbindung mit verschiedenen Theilen in der Umgebung des Mundes an. Die erste ist das Palatinum, eine vordere ektosteale Lamelle auf dem Palatinknorpel; hinter diesem nach innen und oben gelegen befindet sich eine andere ektosteale Lamelle, das Mesopterygoid (Entopterygoid); das eigentliche Pterygoid umfasst die untere Kante. In dem Bindegewebe an der Aussenseite der Pterygoidgegend liegt eine Parostose, der Anfang des Maxillare (Fig. 16, *mx*). Im Unterkiefer stösst man auf eine das Dentale darstellende Parostose *(d)*, die längs des ganzen äussern Randes sich hinerstreckt, und nahe dem Condylus am untern Rande und der Innenfläche findet sich eine Ektostose, das Articulare *(ar)*.

149. Der Hyoidbogen ist beträchtlich gewachsen, aber seine Verhältnisse bleiben im Wesentlichen dieselben wie im letzten Stadium (§§ 134, 135). Das Hyomandibulare *(hm)* ist oben breiter, wo es mit der Seitenwand der Gehörkapsel articulirt, und unten griffelförmig *(sy)*, wo es sich in Berührung mit dem hintern Rande des Mandibularbogens nach vorn erstreckt und thatsächlich zwischen den Condylus des Quadratums und den Angularfortsatz des Articulare eingekeilt wird. Der Interhyalknorpel *(i.hy)*, welcher das Hyomandibulare mit den übrigen Theilen des Hyoidbogens verbindet, ist der Mitte des hintern Randes des Hyomandibulare angeheftet und krümmt sich unten nach innen herein, so dass es den Bogen vorwärts zwischen die beiden Hälften des Unterkiefers vorschiebt. Hier findet sich ein grosser Ceratohyalknorpel *(c.hy)*, oben abgeflacht und vorn (ventralwärts) knopfförmig, wo sich das Hypohyale *(H.hy)* an dasselbe anpasst. Die beiden Hypohyalstücke sind in nächster Berührung mit einander und tragen das mediane Basihyale oder Glossohyale *(g.hy)*, welches nach vorn in die Zunge vorspringt.

150. Die Kiemenbogen sind noch nicht verknöchert, aber vollständig gegliedert und die Pharyngobranchialia oder obersten Gliedstücke nähern sich einander von beiden Seiten her unterhalb des Schädelbodens und der vordersten Wirbel. Die Hauptstücke an der Seite sind das obere Epibranchiale und das untere Ceratobranchiale. Die Basibranchialia haben angefangen, mit einander zu verschmelzen.

151. In dieser höchst wichtigen Phase ist der Schädel des Lachses bereits in weit gehender Ausführung aus Knorpel vorgebildet und zeigt doch eine Gestalt und Structur, die von seinem ausgewachsenen Zustand sehr verschieden ist. Er entspricht in hohem Grade dem Chondrocranium einiger Ganoidentypen. Der Occipitalring ist oben vollständig geschlossen, aber noch nicht unten, denn die Basilarplatte hat sich noch nicht ausgebildet und eine wohl bemerkbare Lücke trennt seine beiden Hälften vorne von einander, wo die Chorda dorsalis nicht mehr hinreicht. Der vorderste Theil des Schädels hat eine ausserordentliche Entwickelung erfahren, ist aber dazu bestimmt, durch späteres Wachsthum noch bedeutend verändert zu werden. Immerhin aber ist der ausgewachsene Zustand doch in gewissen charakteristischen Zügen dem Wesen nach schon erreicht, nämlich in der beträchtlichen Erhebung des Gehirns über das Niveau der Trabeculae, in der Ausbildung eines knorpeligen Schädeldaches, das jederseits mit der periotischen Umhüllung verbunden ist, in der Entwickelung seitlicher ethmoidaler oder antorbitaler und mesonasaler Auswüchse, welche als vortreffliche Grenzmarken beim Studium des Schädels dienen können.

152. Die Vereinigung der Palatinstreifen mit den vorwärts gerichteten Ausdehnungen des obern Mandibularabschnittes ist das wichtigste Ereigniss, das hinsichtlich der Anhangsgebilde zu erwähnen ist. Die Lagebeziehungen des Hyomandibularstückes werden weiter vervollkommnet und die Kiemenbogen gliedern sich. Einige Hautverknöcherungen sind in unmittelbarster Nähe der axialen Theile aufgetreten: das Parasphenoid unterhalb des grössten Theiles des Schädelbodens, die Praemaxillaria im vordern Theile des Daches der Mundhöhle, das Supraethmoid über der Nasenscheidewand und die Frontalia auf beiden Seiten des Tegmen cranii. Die Verknöcherungen des Palatinums, des Pterygoids und des Mesopterygoids beziehen sich insbesondere auf die Palatopterygoidknorpel, während die Maxillarknochen nach aussen davon entstehen. Die Knochen des Dentale und des Articulare treffen wir am Unterkiefer; das Hyomandibulare dagegen, die Stücke des Hyoidbogens und des Kiemenbogens sind noch unverknöchert.

Viertes Stadium: Junger Lachs des ersten Sommers.

153. Während der junge Lachs von der Länge von $1^1/_4$ Zoll bis auf $2^1/_4$ Zoll wächst, verwischen sich viele von den Charakteren,

die uns an Ganoidfische erinnern, während diejenigen, welche speciell den Teleostiern eigenthümlich sind, allmählich sichtbar werden. Der knorpelige Schädel ist viel massiver geworden und das Tegmen cranii bedeckt das Gehirn zum grossen Theil, überdies sind schon viele der Knorpelknochen (Ektostosen) vorhanden. Der vordere Abschnitt des Schädels hat sich so bedeutend entwickelt, dass die Nasensäcke nur noch als kleine Vertiefungen zu beiden Seiten desselben erscheinen. Neben dem Parasphenoid finden wir nun den Zähne tragenden Vomer, welcher die untere Hülle des vordern Schädelabschnittes darstellt. Der Dottersack ist vollständig in die Bauchhöhle aufgenommen und die Gewebe sind im Allgemeinen viel vollkommener und fester geworden.

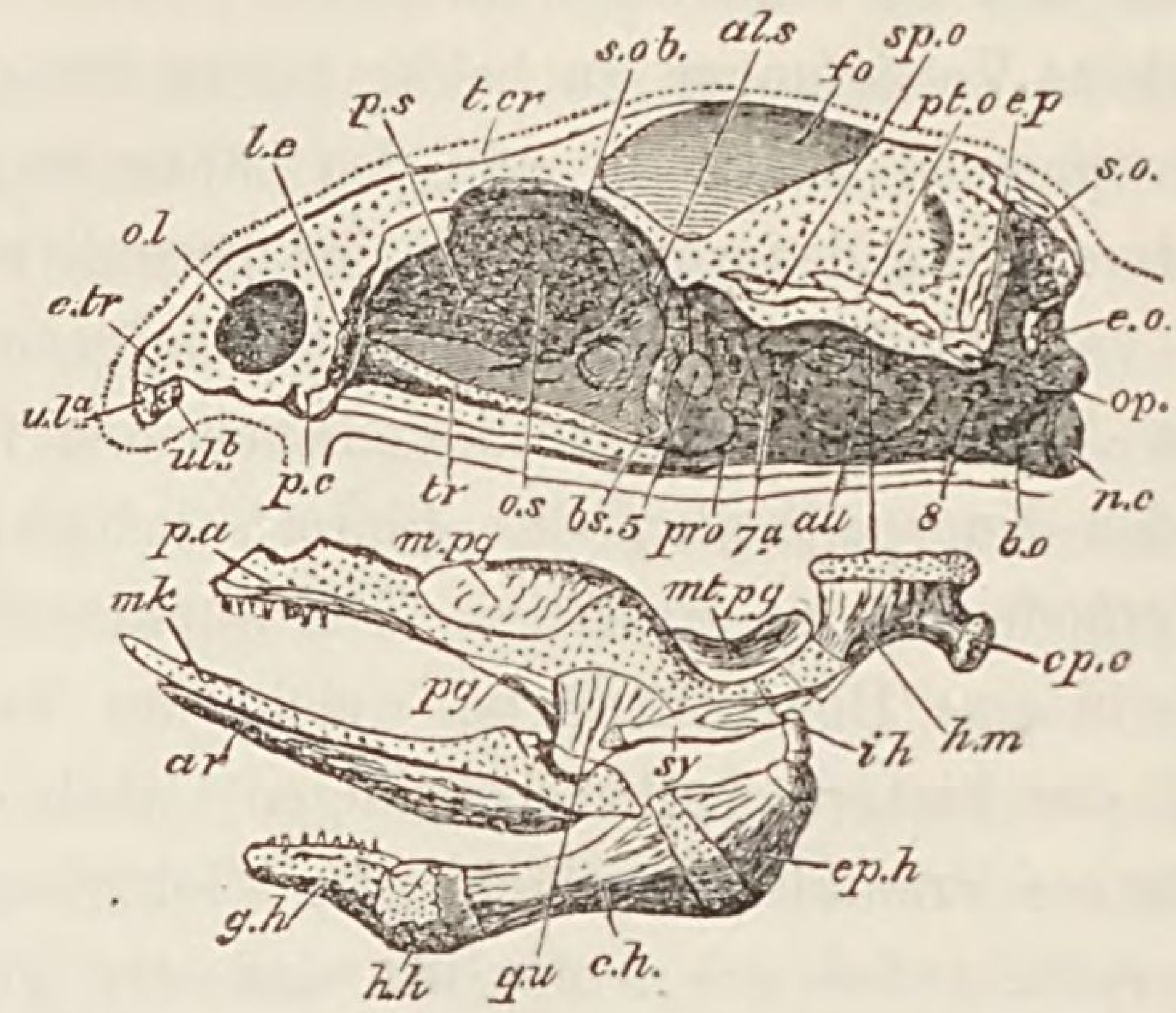
154. In den Knorpeltheilen des hintern Schädelabschnittes ist keine grosse Veränderung zu erwähnen. Der Supraoccipitalknorpel erstreckt sich bis in eine Höhe vorwärts, welche der Vereinigungsstelle des vordern und des hintern halbkreisförmigen Canals des Ohres entspricht. Die innere craniale Oberfläche der Gehörkapsel ist unvollkommen verknorpelt, indem die Ampullen und der grösste Theil der Bogen des vordern und hintern Canals sowie auch das Vestibulum selbst nicht durch Knorpel von der Schädelhöhle getrennt werden.

155. Rings um die Chordascheide herum entsteht eine Verknöcherung, welche die Grundlage zum Basioccipitale legt, und diese knöcherne Ablagerung erstreckt sich auch in den umgebenden Knorpel hinein. Eine supraoccipitale Ektostose (Fig. 18, *s.o*) und ein Paar kleine Knochenstückchen, die Exoccipitalia *(eo)* in dem das Foramen magnum seitlich begrenzenden Knochen vervollständigen die hintere Gruppe von Knochen in der Umhüllung des Gehirns.

156. Mehrere Verknöcherungspunkte finden sich in Zusammenhang mit dem Gehörknorpel. Einer derselben liegt an dessen vorderm unterem Rande hinter und über dem Hauptheil des Nervus trigeminus und von seinem hintern Aste durchbohrt; dies ist das Prooticum *(pro)*; ein zweites, das Sphenoticum *(sp.o)*, befindet sich über der Ampulle des vordern halbkreisförmigen Canals; ein dritter, über der Ampulle und dem Bogen des horizontalen Canals gelegen, bildet das Pteroticum *(pt.o)*; ein vierter, das Epioticum *(e.p)*, ist oberhalb des Bogens des hintern halbkreisförmigen Canals zu finden, und ein fünfter *(op)* über der Ampulle desselben Canals ist das Opisthoticum. Das Sphenoticum, Pteroticum und Opisthoticum liegen in einer Reihe längs des äussern Randes der Gehörkapsel, welcher die Gelenk-

fläche des Hyomandibulare seitlich überragt, während das Epioticum am hintern Ende dieser Linie in rechtem Winkel zu derselben nach innen sich erstreckt. Ein Überrest der ursprünglichen Fenestra zwischen der Gehörkapsel und dem Basilarknorpel besteht immer noch fort.

Fig. 18.



Junger Lachs des ersten Sommers von ungefähr 2 Zoll Länge. Seitenansicht des Schädels, mit Weglassung der Kiemenbogen. Der Palatomandibular- und der Hyoidbogen sind aus ihrer eigentlichen Lage herausgelöst; eine senkrechte Linie weist auf die Stelle hin, wo das Hyomandibulare unterhalb des Pteroticum-Wulstes articulirte.

ol Riechgrube; *c.tr* Cornu trabeculae; ul^a, ul^b obere Labialknorpel; *p.s* Praesphenoidabschnitt; *t.cr* Tegmen cranii; *s.o.b* Supraorbitalstreifen; *fo* obere Fontanelle; *n.c* Chorda dorsalis; *b.o* Basilarknorpel; *tr* Trabecula; *p.c* Condylus für den Palatinknorpel; *5* Austrittstelle des Trigeminus, *7a* des Facialis, *8* des Glossopharyngeus und des Vagus; *mk* Meckel'scher Knorpel; *op.c* Condylus für das Operculum.

Knochen: *e.o* Exoccipitale; *s.o* Supraoccipitale; *ep* Epioticum; *pt.o* Pteroticum; *sp.o* Sphenoticum; *op* Opisthoticum; *pro* Prooticum; *bs* Basisphenoid, *a.l.s* Alisphenoid, *o.s* Orbitosphenoid; *l.c* Ektethmoid oder Ethmoidale laterale; *pa* Palatinum; *pt* Pterygoid (Ektopterygoid); *m.pg* Meso(Ento)pterygoid; *mt.pg* Metapterygoid; *qu* Quadratum; *ar* Articulare; *h.m* Hyomandibulare; *sy* Symplecticum; *i.h* Interhyale; *ep.h* Epiceratohyale; *c.h* Ceratohyale; *h.h* Hypohyale; *g.h* Glosso- oder Basihyale.

157. Der vordere Abschnitt des Schädels hat bemerkenswerthe Veränderungen erlitten. Die Trabeculae sind nur noch an einer kleinen Stelle in nächster Umgebung des Pituitarkörpers von einander getrennt. Vor diesem Punkte sind sie vollständig verschmolzen und massiv geworden; in das Interorbitalseptum haben sie einen medianen Kamm

emporgesendet, welcher dessen untere Hälfte unterhalb der Höhe des Foramen opticum einnimmt. Die obere Hälfte desselben Septums ist gleichfalls verknöchert, aber in continuirlicher Verbindung mit dem obern Theil der vordern Schädelwand oder der medianen Ethmoidalregion, welche einen praesphenoidalen Sporn *(p.s)* bildet. Ein Theil der seitlichen Schädelwand in der Interorbitalregion bleibt ebenfalls knorpelig und steht in Continuität mit dem Tegmen cranii und dem Supraorbitalstreifen, während ein fernerer Abschnitt in Verbindung mit dem vordern Theil der Gehörkapsel und dem hintern Theil des Supraorbitalstreifens verknorpelt ist. Das Tegmen cranii ist dicker geworden und erstreckt sich weiter über das Mittelhirn hinweg nach hinten.

158. Im vordern Theil der Schädelwandung findet sich beiderseits eine ektosteale Lamelle, welche sich auf jeder Seite nach unten erstreckt, bis sie auf den Praesphenoidalknorpel drückt, während sie oben mittels eines ausgefurchten Randes einen vom Tegmen cranii nach unten gehenden Auswuchs umfasst; dies ist das Orbitosphenoid *(o.s)*. Der Knorpel der Schädelwand vor der Gehörkapsel und über dem Nervus opticus und trigeminus unterliegt der Verknöcherung und bildet das Alisphenoid *(al.s)*. Unterhalb kommt dasselbe in Beziehung zu einer Ektostose im hintern Theil des Trabecularkammes, welche im Interorbitalseptum liegt und rückwärts in der Mittellinie bis in den Pituitarraum vorspringt. Auf diese Weise entsteht ein beinah senkrechter praepituitarer Basisphenoidknochen *(b.s)* von der Gestalt eines Y, indem er gegen den untern Rand des beiderseitigen Alisphenoidknochens ausläuft. Unmittelbar hinter diesem Knochen senkt sich der Pituitarkörper herab, um das Parasphenoid zu erreichen. An dieser Stelle findet sich kein knorpeliger Boden, denn zu beiden Seiten des Pituitarkörpers tritt eine der innern Carotiden in die Schädelhöhle ein. Das Basisphenoid kommt theilweise durch directe Verknöcherung des membranösen Interorbitalseptums zu Stande.

159. Die abschüssige Ethmoidalregion ist median ziemlich hoch, wo sie mit dem senkrechten Internasalseptum und dem Schädeldach zusammenfliesst, und senkt sich allmählich nach beiden Seiten hin. Eine ektethmoidale Ektostose entsteht in der seitlichen Ethmoidalregion *(l.e)* nahe der Gelenkfläche des Palatinums. Der Internasalknorpel ist hinten hoch und massiv und fällt rasch ab, um den ziemlich dreieckigen Schnabel zu bilden. Die Riechsäcke öffnen sich seitlich

mit einer weiten durch Membran verengerten Öffnung und sind im Übrigen vollständig von Knorpel umgeben. Demnach ist der trabeculare Boden, welcher im Interorbitalabschnitt verhältnissmässig schmal war, in der Nasenregion stark in die Breite gedehnt. Hier finden sich keine erwähnenswerthen Ektostosen, aber der Vomer bildet die Unterlage für den Internasalknorpel und trägt Zähne und die Supraethmoidalplatte bildet oben das Gegenstück dazu.

160. Folgendes sind die auf diesem Stadium mit dem Chondrocranium in Verbindung stehenden Knochen. Erstens Ektostosen: hinten das Basioccipitale, die beiden Exoccipitalia, das Supraoccipitale; in der Gehörregion das Prooticum, Sphenoticum, Pteroticum, Epioticum und Opisthoticum; in der Umgebung des Pituitarkörpers das Basisphenoid und die Alisphenoidea; in Beziehung zum Vorderhirn die Orbitosphenoidea, und vor der Hirnhöhle die Ektethmoidea. Zweitens Parostosen: oben und vorn die Parietalia und Frontalia und das Supraethmoid; unten das Parasphenoid und der Vomer, vorn die Praemaxillaria. — Die Form und die Lagebeziehungen des Parasphenoids sind sehr complicirter Art geworden in Folge des Wachsthums der Augenmuskeln zwischen ihm und dem dahinter gelegenen Schädelgrund, der Ausbildung der basitemporalen Flügel und eines medianen Kammes zwischen den trabecularen Hälften am vordern Ende. Das vollständig ausgebildete Parasphenoid soll später beschrieben werden.

161. In den Bogen des Gesichtstheils hat die Verknöcherung verbunden mit Veränderungen in der Gestalt der Knorpelstücke grosse Fortschritte gemacht. Der Knorpel in der Pterygoidregion ist breiter und massiver geworden als im hintern Theil des Bogens. Der Knorpel hat sich auch über die ethmopalatine Verbindungsstelle hinaus nach vorn ausgedehnt, so dass er nun einen praepalatinen Abschnitt bildet. Die vorhandenen Ektostosen sind: vorn aussen das lange griffelförmige Palatinum *(pa)*, Zähne tragend; dahinter ein kleines Pterygoid *(pg)* an der Unterseite und ein viel grösseres Mesopterygoid *(m.pg)* innen und oben; endlich in der hintern Region, an das Hyomandibulare anstossend, ein Metapterygoid *(mt.pg)* an der cranialen Seite und ein Quadratum *(qu)* in unmittelbarer Nähe des Condylus für den Unterkiefer. Im letztern hat der Articularknochen bedeutend an Länge zugenommen. Die Gelenkflächen bleiben sowohl am Quadrat- als am Articularknorpel unverknöchert. Die einzigen zu erwähnenden Parostosen sind das Maxillare im Rande des Oberkiefers und das Jugale am

hintern Ende des Maxillare, das Dentale, welches den Meckel'schen Knorpel von aussen her bedeckt, und ein sehr kleines Angulare am Angularfortsatz.

162. Der Hyomandibularknorpel behält eine mässige Grösse und ist wie bisher dem pterotischen Wulste angelagert. Oben findet sich daran eine breite Hyomandibular-Ektostose, die sich theilweise in einen knorpeligen Vorsprung am hintern Rande fortsetzt, welcher den Opercularknochen trägt *(op.c)*. Der untere griffelförmige Abschnitt des Hyomandibularknorpels erhält eine Verknöcherung, das Symplecticum *(sy)*, welches in den ausgehöhlten hintern Rand des Quadratums hineinpasst und auf solche Weise beide Bogen fest an einander heftet. Mehrere Parostosen sind im Kiemendeckel aufgetreten, aber diese werden am ausgewachsenen Schädel hinreichend beschrieben werden.

163. Die Ektostosen am übrigen Theil des Hyoidbogens sind das Interhyale oben, das Epiceratohyale *(ep.h)* im obern Abschnitt des früher als Ceratohyale bezeichneten ungetheilten Knorpelstücks, und das grosse Ceratohyale im untern Abschnitt desselben Knorpels; endlich das kleine Hypohyale (das aus zwei Verknöcherungspunkten hervorgeht) und das Basi- oder Glossohyale, das jetzt Zähne trägt. — Die Kiemenbogen sind vollständig ausgebildet, aber ihre Beschreibung kann wohl bis zur Besprechung des ausgewachsenen Schädels verschoben werden.

Der Schädel des ausgewachsenen Lachses.

164. Als Einleitung zur ausführlichen Beschreibung des Lachsschädels im ausgewachsenen Zustande mögen die wichtigsten Verschiedenheiten zwischen diesem und dem Schädel im Alter von einigen Wochen kurz aufgezählt werden. Das Dach und die Seitenwände des Schädels sind beinah vollständig knorpelig, ausgenommen da, wo der Knorpel durch Ektostosen ersetzt wurde oder wo Nerven austreten. Der Knorpel des Schädeldaches jedoch bedeckt sich mit grossen Parostosen, vornehmlich mit den Frontalia. Die praecraniale Region des Schädels hat an relativer Länge bedeutend zugenommen und bildet nun einen massiven knorpeligen Schnabel, der sich erheblich über die Nasensäcke hinauserstreckt. Es entstehen keine neuen Ektostosen darin. In Betreff der Basis der Hirnkapsel ist zu bemerken, dass die beiden Orbitosphenoidea sich vereinigen und auf diese Weise einen Boden für

den vordern Theil der Schädelhöhle oberhalb des praesphenoidalen Knorpels herstellen. Eine andere höchst interessante Thatsache ist das Hinunterwachsen der Prootica in den Basilarknorpel und ihre Vereinigung, um einen Theil der Basis des Craniums zu bilden.

165. Der Mund wird beinah vollständig von Parostosen umschlossen, welche zumeist Zähne tragen; die Ektostosen liegen an der Innenseite. Die Orbita hat gleichfalls einen fast vollständig geschlossenen Ring von fibrösen Knochen. Der Hyomandibular- und Metapterygoidabschnitt sind viel massiver als früher, wodurch sie die Höhe des ganzen Kopfgerüstes bedeutend steigern und die Gelenkstelle des Unterkiefers weiter von den axialen Theilen entfernen. Die operculare Hautfalte, welche sich vom obern Abschnitte des Hyoidbogens aus entwickelt, hat sich mit einer vollständigen Reihe von Hautknochen versehen, während eine ähnliche vom untern Theil desselben Bogens ausgehende Membran eine grössere Anzahl von Branchiostegal- oder Kiemenhautstrahlen bekommen hat. Dasselbe ist in kleinerem Maassstabe mit den Kiemenbogen vor sich gegangen.

166. Der cranio-faciale Apparat des Lachses ist sehr complicirt. Der Knorpel persistirt in bedeutendem Umfange darin und von den verschiedenen Knochen stehen einige nur in loser Verbindung mit dem Knorpel, während andere Knochen Stücke des letzteren dicht umschliessen oder umfassen und wieder andere massive Knochen darstellen, wenn sie auch durch ihre Ränder in unmittelbarer Continuität mit knorpeligen Abschnitten stehen. Die Knochen am Chondrocranium sind nicht sehr gross und die axialen Gebilde, Knorpel und Ektostosen, stellen nur einen kleinen Theil der ganzen Masse dar, obschon die Grösse und seitliche Ausdehnung der den axialen Theilen aufgelagerten Hautknochen die letzteren viel umfänglicher erscheinen lässt, als sie in Wirklichkeit sind. Die vollkommene Ausbildung der Kiefer und der Kiemenbogen wird erreicht durch Herstellung eines grossen und höchst complicirten Apparates mit vielen sonderbar verbundenen einzelnen Theilen. Ektostosen werden noch einmal durch in fibrösem Gewebe darauf abgelagerte umhüllende Knochenschichten verstärkt, aber doch bleibt noch viel Knorpel fortbestehen.

167. Der knorpelige Schädel mit seinen innern Verknöcherungen besteht aus einer verlängerten Hirnkapsel oder einem Cranium, das Öffnungen zeigt, wo Nerven heraustreten oder wo das Gehirn mit dem

Rückenmark zusammenhängt, ferner aus einem kräftigen Strebepfeiler zu beiden Seiten des hintern Endes der Gehirnkapsel, welche zugleich das Gehörorgan umschliesst, und aus einer praecranialen Masse von ziemlich derselben Länge wie die Schädelkapsel, in der die Riechorgane eingebettet sind. Dem entsprechend erscheint die Gehörregion des Chondrocraniums von oben oder unten gesehen quadratisch, während sie mit der praecranialen Masse nur durch einen schmalen Isthmus verbunden wird, zu dessen Seiten die Augenhöhlen liegen. Vor dem Isthmus folgt der vorderste Theil des Knorpels ungefähr in der Gestalt eines Dreiecks, dessen Basis nach hinten sieht, deren seitliche Theile die vordern Augenhöhlenwände bilden. Ganz vorn endigt der Kopfknorpel mit zwei kurzen Fortsätzen oder Hörnern und einer dazwischen befindlichen Einbuchtung.

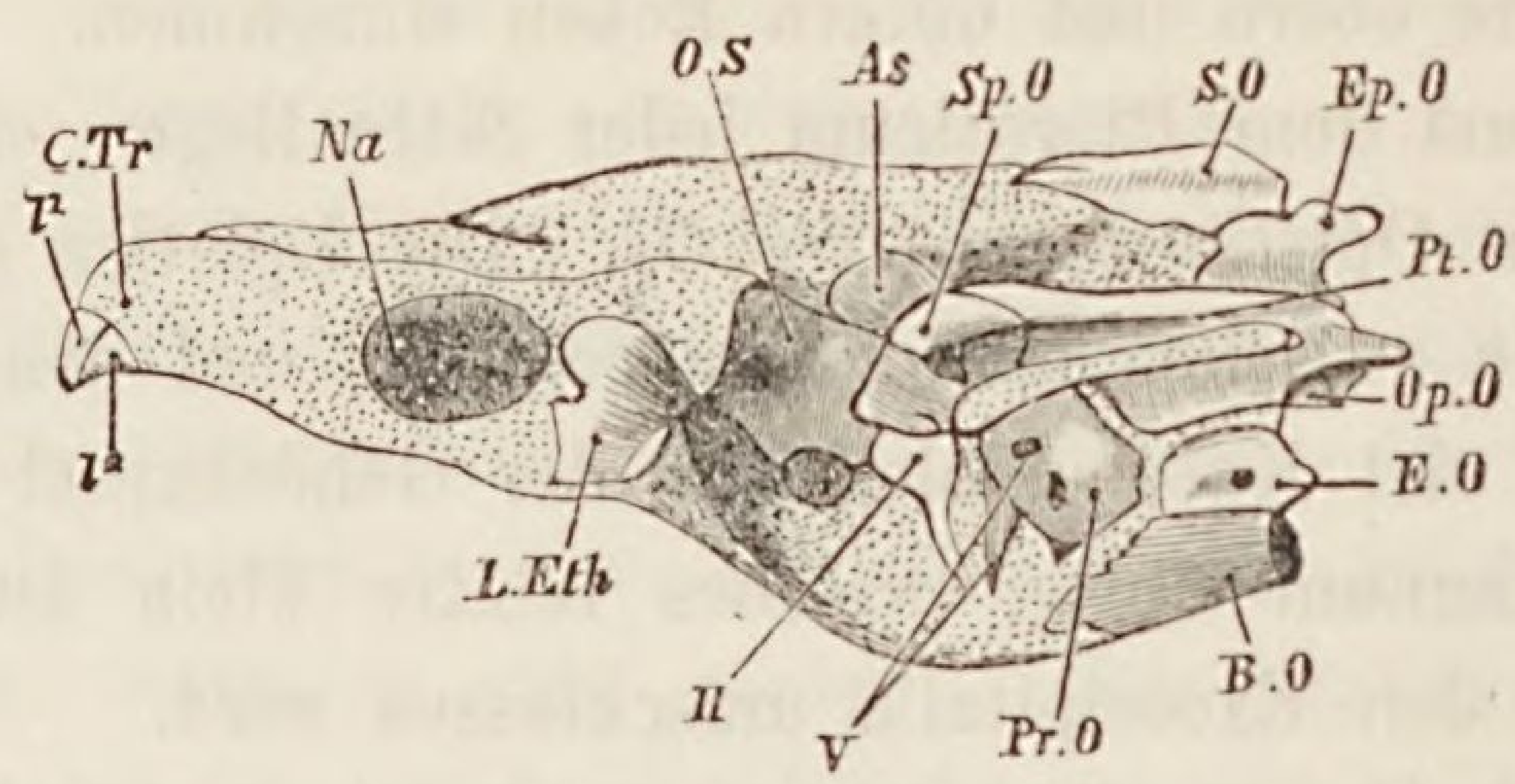
168. Von hinten betrachtet erscheint der Schädel rautenförmig, indem die Pterotica die seitlichen Ecken und das Supra- und das Basioccipitale die obern und untern Ecken einnehmen. Zwischen dem Basioccipitale und dem Pteroticum jeder Seite liegen ein Exoccipitale *(E. O)* und ein Opisthoticum *(Op. O)*. Die Epiotica *(Ep. O)* liegen am obern Rande zwischen dem Supraoccipitale und den beiden Pterotica. Ziemlich viel Knorpel bleibt in der Gehörkapsel und oberhalb des Foramen magnum übrig, welches relativ klein ist und beinahe vollständig von den Exoccipitalia umschlossen wird.

169. Jedes Exoccipitale trägt eine obere seitliche Facette zur Bildung des einfachen Hinterhauptscondylus bei, so dass derselbe also aus drei Stücken hervorgeht, welche dem Basioccipitale und den beiden Exoccipitalia angehören. Zwischen den concaven Flächen des Condylus und des ersten Wirbels (welche von Gelenkknorpel überkleidet sind) befindet sich eine Masse pulpösen Gewebes, welche ein Überrest der Chorda dorsalis ist. Dagegen haben Knorpel und Knochen die Höhlung in der Basis des Schädels, in welcher die Chorda früher enthalten war, vollständig ausgefüllt. Die Pterotica, die Epiotica und das Supraoccipitale tragen an ihrer obern Fläche rundliche Höcker, welche behufs Ansatzes von Muskeln nach hinten vorspringen.

170. An der Unterseite ragt der mediane Theil des Schädels als dicker doppelter Wulst ziemlich weit unterhalb der periotischen Massen herab; auf solche Weise überwölben die letzteren eine grosse Concavität auf jeder Seite, welche von aussen her durch das Hyomandibulare und andere Elemente des Gesichtstheils eingeschlossen wird. Zu dem

erwähnten medianen Wulst gehört auch ein zweigabeliger Auswuchs vom Basilarknorpel aus nach unten, der einen Längscanal einschliesst, in welchem die Augenmuskeln ihren Ursprung nehmen; vom vordern Ende dieses Canals aus divergiren sie dann nach rechts und links beiderseits vom Basisphenoid. Die beiden Lamellen verknöchern in beträchtlichem Umfang sowohl vom Basioccipitale hinten als von den Prootica vorne aus (Fig. 20, *B.O, Pr.O*), während der Canal darunter durch die Parasphenoid-Parostose (*Pa.S*) seinen Boden erhält. Die untere Fläche der Concavität auf beiden Seiten des Schädels unterhalb der sich darüber wölbenden periotischen Masse zeigt vorn das knöcherne Prooticum, hinter diesem nach aussen das Pteroticum und das kleine Opisthoticum, nach innen hin das Exoccipitale. Die am meisten nach vorn und aussen vorspringende Ecke wird durch das Sphenoticum gebildet (Fig. 19).

Fig. 19.



Ausgewachsener Lachs. Seitenansicht des Chondrocraniums mit seinen ektostotischen Knochen, nachdem die Parostosen, die Kinnladen und Kiemenbogen entfernt worden. Der continuirliche Cranialknorpel ist punktirt dargestellt.

C.Tr Trabecularhorn; $l^1 l^2$ Labialknorpel; *Na* Nasengrube; *II* Foramen opticum; *V* Trigeminusloch im Prooticum.

Knochen: *B.O* Basioccipitale, *E.O* Exoccipitale, *Op.O* Opisthoticum, *Pr.O* Prooticum, *Pt.O* Pteroticum, eine knorpelige Gelenkfläche für das Hyomandibulare tragend und die Concavität überwölbend, in welcher die vorhergehenden Knochen sichtbar sind; *Ep.O* Epioticum; *S.O* Supraoccipitale, *Sp.O* Sphenoticum; *As* Alisphenoid; *O.S* Orbitosphenoid; *L.Eth* Ektethmoid.

171. Am äussern lateralen Rande der Ohrregion findet sich der vorspringende Wulst des Pteroticums, welcher nach vorn hin durch das Sphenoticum fortgesetzt wird, und unterhalb dieser vorspringenden Leiste befindet sich die longitudinal ausgedehnte gerade Gelenkfläche für das Hyomandibulare. Die innere Masse des Gehörknorpels zwischen dem Basioccipitale und Prooticum unten und dem Supraoccipitale oben

bleibt durchaus unverknöchert und das Labyrinth und die halbkreisförmigen Canäle zeigen sogar von der Schädelhöhle aus betrachtet in erheblichem Umfang keine knorpelige Umhüllung.

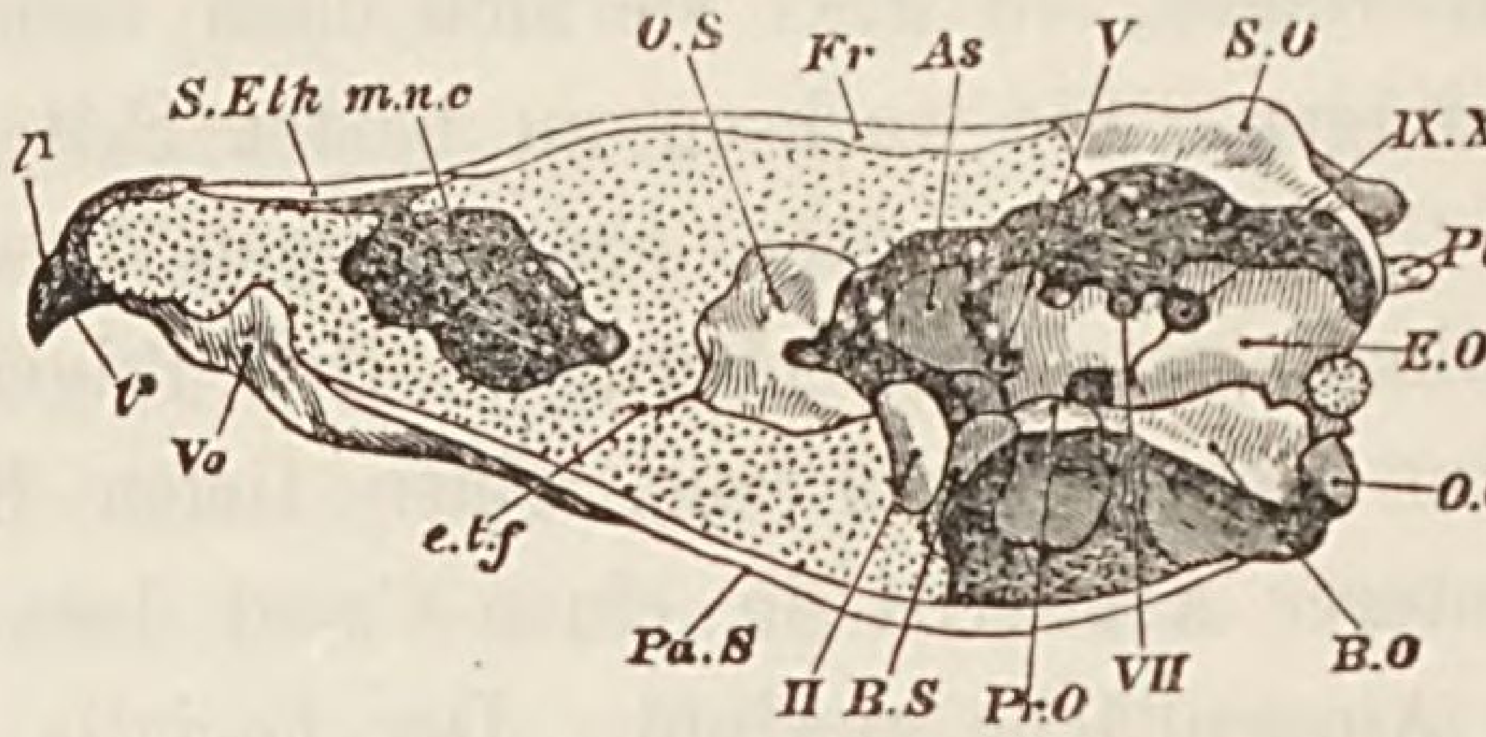
172. Die Prootica sind zu ziemlich grossen Knochen geworden, welche sich nach oben eine erhebliche Strecke in die Seitenwand des Craniums hinauferstrecken und auch in den Basilarknorpel selbst bis zur Mittellinie eindringen, so dass sie sich dann mehr oder weniger mit einander vereinigen. Sie wachsen zu beiden Seiten in der Wand des basicranialen Canals nach unten, aber bringen dieselbe doch nicht bis zum Boden hinab zur Verknöcherung. Der Trigeminus tritt vor dem Prooticum aus dem Schädel aus, einen tiefen Einschnitt darin bildend; sein hinterer Ast tritt in einen Canal desselben Knochens, durch den er die Aussenfläche gewinnt. Der Facialis durchbohrt das Prooticum etwas vor seiner Mitte und verläuft gerade nach aussen und unten. Der Gehörnerv durchbohrt das Prooticum mittels eines grossen Foramens hinter dem Facialis und das intracraniale Loch für den Glossopharyngeus und Vagus (*IX* u. *X*) liegt in derselben Flucht zwischen dem Prooticum und dem Exoccipitale; seine äussere Öffnung aber liegt im Exoccipitale.

173. Der vordere Abschnitt der Umhüllung der Schädelhöhle besteht aus viel massiverem Knorpel, der überdies bedeutend weniger verknöchert ist als der hintere Abschnitt, und seine Höhlung ist verhältnissmässig bedeutend kleiner. Sowohl das Dach wie der Boden ist sehr dick. Das interorbitale Septum besteht beinah vollständig aus Knorpel und erstreckt sich vom Niveau des Bodens der Schädelhöhle ebenso weit herab als die die Augenmuskeln umschliessenden basilaren Räume; es umfasst die ursprünglichen Trabeculae und deren bedeutend entwickelten Kamm. Es stellt übrigens vielmehr eine dicke Scheidewand als ein blosses Septum vor.

174. Von der Höhe der Prootica im basilaren Theile des Schädelgrundes bis herab zur Basis des hintern Endes des Interorbitalseptums erstreckt sich ein gekrümmter Basisphenoidknochen (Fig. 20, *B. S*) mit einem nach beiden Seiten hin in die seitliche Schädelwand hinein divergirenden Arm. Demgemäss hat der Knochen die Gestalt eines Y. Der Pituitarkörper nimmt den unmittelbar dahinter liegenden Raum ein, indem er sich zwischen den Schenkeln des Y und hinter dem langen unpaaren Theil desselben herablässt, um ausschliesslich auf dem Parasphenoidknochen zu ruhen. Die Richtung der beiden Schenkel

des Basisphenoids wird fortgesetzt durch die Alisphenoidea *(As)*, welche ziemlich ansehnliche und dicke Knochen sind und einen grossen Theil der seitlichen Schädelwand zwischen den Orbitosphenoidea und den Prootica einnehmen; an ihrer Aussenseite, obwohl durch eine Knorpelschicht von ihnen getrennt, liegen die Sphenotica.

Fig. 20.



Ausgewachsener Lachs. Medianer Längsschnitt des Schädels, nach Abtragung der Kiefer und der Bogen.

O.C Hinterhauptscondylus; *e.t.f* Ethmo-Trabecularspalte; l^1, l^2 Labialknorpel; *m.n.c* mesonasale Höhlung; *II* Foramen opticum, *V* Austrittstelle des Trigeminus, *VII* desgl. für den Facialis, *IX, X* desgl. für den Glossopharyngeus und Vagus.

Knochen: *B.O* Basioccipitale; *Pr.O* Prooticum; beide Knochen besitzen eine absteigende Lamelle in der Wand des Basilarcanals, dessen Boden vom Parasphenoid, *Pa.S*, gebildet wird. Das Exoccipitale, *E.O*, und das Prooticum tragen wesentlich zur Bildung der Seitenwand des Craniums bei. *Pt.O* Hinterende des Pteroticums, das nur an der Aussenfläche des Schädels sichtbar ist; *S.O* Supraoccipitale; *B.S* Basisphenoid; *A.S* Alisphenoid; *O.S* Orbitosphenoid; *Fr* Frontale; *S.Eth* Supraethmoid; *Vo* Vomer.

175. In der Schädelwand vor dem Basisphenoid findet sich nur eine Knorpelverknöcherung, es ist dies ein Knochen, den man als Orbitosphenoid *(O.S)* bezeichnen kann, der aber noch mehr als blos die Orbitosphenoidalregion verknöchert. Derselbe nimmt in seine hintere Aushöhlung einen Theil des Vorderhirns auf, wobei die Riechschenkel am Boden dieses Hohlraumes liegen und nach vorn in die Masse des Knochens eindringen. Auf solche Weise bildet das Orbitosphenoid die Seitenwände und einen kleinen Theil des Daches für den vordern Abschnitt der Schädelhöhle; unter ihm liegt das Interorbitalseptum und seine Verknöcherung ergreift auch einen beträchtlichen Abschnitt der hintern Ethmoidalregion. Die Sehnerven treten zu beiden Seiten hinter und unter dem Orbitosphenoid aus, durch eine klaffende Lücke zwischen ihm und dem Basisphenoid *(II)*.

176. Das Schädeldach wird von einer dicken Knorpelmasse gebildet, die, statt wie in früheren Stadien sanft gewölbt, jetzt dreikantig

erscheint mit einem scharfen medianen Längswulst oder Culmen cranii an der Oberfläche, seitlich auf dem Orbitosphenoid und den Alisphenoidea aufruhend. Das Tegmen cranii ist bis zum Supraoccipitalknochen hin vollständig, welcher letztere sich ungefähr bis über die Mitte des Gehörabschnittes nach vorn erstreckt. In der Alisphenoidregion zeigt das Tegmen scharfe äussere Ecken, weiter nach hinten verschmälert es sich etwas zwischen den Ohrmassen und lässt ein Paar kleine ovale Parietal-Fontanellen im Schädeldache jederseits unmittelbar vor der vordern äussern Ecke des Supraoccipitale übrig.

177. Der ethmoidale, der internasale und der praenasale Abschnitt des Schädels haben eine ganz ausserordentliche Ausbildung erreicht, so dass sie das ursprüngliche nasale Septum und die Nasensäcke ganz überdecken. Die Trabecularhörner (Fig. 19, *C. Tr*) sind vor den Nasenhöhlungen emporgewachsen und dann mit einander verschmolzen, und hinter diesen praenasalen Theilen und doch noch ziemlich weit vor der eigentlichen Gehörkapsel liegt eine grosse mesonasale Höhlung *(mn. c)*, die mit Bindegewebe und Fett erfüllt ist und von allen Seiten von Knorpel umgeben wird mit Ausnahme einer kleinen Öffnung in der obern Fläche des Schädels und unregelmässiger Spalten unterhalb in dem das Dach der Mundhöhle bildenden Knorpel. Dieser Raum scheint sich durch eine Spaltung der ursprünglichen Nasenscheidewand in zwei innere Nasenwände mit einer dazwischen bleibenden Lücke gebildet zu haben; er wird theilweise durch das Vorwachsen der Ethmoidalregion sowohl median als lateral in directer Fortsetzung des Tegmen cranii und theilweise durch ein Rückwärtswachsen des obern und hintern Theils der Cornua oder des praenasalen Knorpels überdacht. Die Riechschenkel divergiren von einander nach ihrem Bestimmungsorte hin im hintern Theil dieses Hohlraumes.

178. Die Ethmoidalregion, welche die Basis der grossen praecranialen Pyramide bildet, ist der breiteste und tiefste Theil derselben. Sie besteht der Hauptsache nach aus massivem Knorpel, der unten zu beiden Seiten nach aussen vorspringt, um einen abgerundeten Ethmopalatin-Condylus für den Palatinknorpel darzubieten, und der sich in Gestalt grosser antorbitaler Flügel nach hinten und oben erstreckt, wo er in beträchtlichem Umfang durch die Ektethmoid- (Praefrontal-) Knochen ossificirt wird (Fig. 19, *L. Eth*), welche letzteren sich jedoch auch nach vorn und unten gegen den Rand der Nasengruben ausdehnen.

179. Diese letzteren Vertiefungen haben eine hohe Innenwand, welche allmählich in niedrige vordere und hintere Wände übergeht, die gegen den äussern Rand des trabeculo-nasalen Bodens abfallen. Vor diesem finden sich die soliden, mit einander verschmolzenen Trabecularhörner; dieselben trennen sich aber vorn nochmals und divergiren ein wenig als gerundete Vorsprünge, an deren Spitze die Reste der obern Labialknorpel *(l_1 l_2)* liegen, mit denen sie durch Ligament verbunden sind.

180. Das knorpelige Gaumendach bildet einen Spitzbogen, dessen Spitze nach oben sieht, mit nahezu geraden Seiten. Während dieser Winkel hinten in der praesphenoidalen Region stumpf ist, wird er nach vorn hin immer spitzer und Parostosen füllen ihn aus. Die Cornua sind abgerundete Buckel mit einer an der Unterseite zwischen ihnen verlaufenden Furche vor diesen S-förmig gekrümmten Wülsten. Die an den Cornua befestigten Labialknorpel springen nach unten vor und auf ihnen bilden sich die Praemaxillae.

Das Gaumendach zeigt unter dem mesonasalen Hohlraum mancherlei Vorragungen und unregelmässige Durchlöcherungen und nach vorn und aussen davon bemerkt man zu jeder Seite einen S-förmig gekrümmten Knorpelwulst, der von innen nach aussen und hinten gegen den Rand des knorpeligen Gaumens verläuft. Diese Gebilde entsprechen in ihrer Lagerung den mehr der Quere nach verlaufenden Wülsten am vordern Ende der Trabeculae bei der Ansicht vom Gaumen her im zweiten Stadium (§ 130, S. 49), welche später verschwanden, um unter dieser Form wieder zu erscheinen.

181. In specieller Beziehung zum Schädeldach finden sich fünf Parostosen von sehr ungleicher Grösse. Die beiden Parietalia *(Pa)* sind kleine, wulstige, etwas gewölbte Knochen, von einander getrennt durch den vordern Abschnitt des Supraoccipitale, mit welchem sie ebenso wie mit dem Frontale und dem Epioticum ihrer betreffenden Seite vorn und hinten articuliren. Das viel längere und breitere Pteroticum liegt nach aussen von ihnen, mit Zwischenlagerung eines Knorpelstreifens.

182. Die Stirnbeine oder Frontalia *(Fr)* sind sehr umfänglich, indem sie sich vom Supraoccipitale und der mittlern Gehörregion bis zum internasalen Abschnitt erstrecken und nicht allein dem verhältnissmässig schmalen Schädeldach aufliegen, sondern sich auch weit nach aussen und unten über die grosse Augenhöhle hinweg erstrecken. Sie stossen blos in ihrer hintern Hälfte zusammen, während sie vorn

durch den medianen Kamm des Schädeldachs und des Ethmoidknorpels von einander geschieden werden. Die Frontalia sind weitaus am breitesten in ihrem mittleren Abschnitt, wo sie bis zur alleräussersten Grenze der Augenhöhlen vorspringen. Ein grosser Theil des mittleren und hintern Abschnittes der Frontalia ist mit Aushöhlungen für fettiges Gewebe versehen.

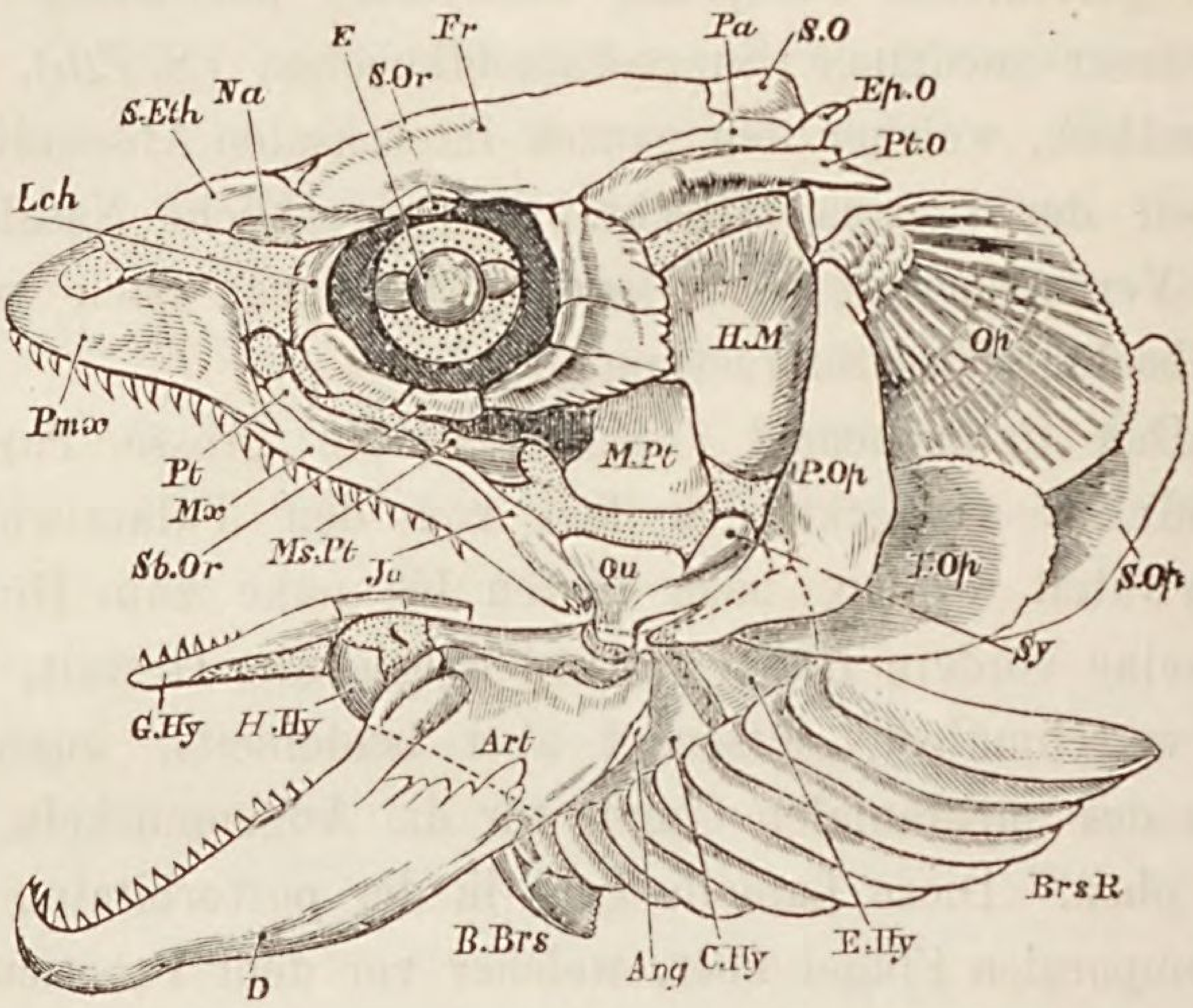
183. Vor den Frontalia und dieselben theilweise noch durch einen nach hinten gerichteten Vorsprung beiderseits überdeckend liegt ein ziemlich grosser medianer Supraethmoidknochen *(S. Eth)*, breit und vorne quadratisch, welcher den ganzen internasalen Abschnitt und den hintern Theil der Cornua bedeckt. Das eigentliche Nasale *(Na)* ist eine kleine Verknöcherung über jedem Nasendach, nach aussen vom mittleren Abschnitt des Supraethmoids.

184. Das Parasphenoid *(Pa.S)* ist die grosse Parostose am Schädelgrund: es erstreckt sich fast von den Palatalwülsten, die in § 180 erwähnt wurden, nach hinten bis nahe zum Hinterhaupts-Condylus; seine vordere Hälfte ist von längsovaler Gestalt, die hintere Hälfte ist verschmälert, entsendet aber beiderseits, ausserhalb der Seitenwände des subcranialen Canals für die Augenmuskeln, eine Lamelle nach oben. Diese Lamelle geht in der postorbitalen Region in einen basitemporalen Flügel über, welcher vor dem Prooticum abgeht. Der vordere Abschnitt des Parasphenoids trägt einen medianen obern Kiel und ist entsprechend der Form des Gaumendaches gewölbt. Der Vomer ist ein länglicher unpaarer Knochen, der mit seinen hintern drei Vierteln dem Parasphenoid von unten anliegt; er ist vorn mit scharfen rückwärts gebogenen Zähnen bewaffnet und sendet ebendaselbst einen ziemlich hohen Kamm zwischen die Trabecularhörner empor, welcher zugleich den Knorpel in der Gegend der Nasenscheidewand ausfurcht (Fig. 20, *Vo*).

185. Die Knochen und Knorpel, welche noch zu beschreiben sind, stellen im Wesentlichen die Umgrenzungen des Mundes und des Schlundes dar. Ausserdem finden sich zahlreiche Hautknochen, eine Reihe z. B., welche die Augenhöhle umzieht, und wieder andere, welche in mit dem Hyoidbogen zusammenhängenden Hautfalten sich entwickeln. Die Lage der Umhüllungsknochen trägt dazu bei, diese verschiedenen Anhangsgebilde mit den darunter liegenden Theilen in Verbindung zu bringen; aber ausserdem gibt es vor Allem zwei wichtige ursprüngliche Vereinigungsstellen mit den tieferen Theilen, nämlich das

Ethmopalatingelenk, wo ein Vorsprung an der seitlichen Ethmoidalregion des Schädels durch Ligament mit dem Knorpel des Palatinums verknüpft ist, und die hyomandibulare Verbindung, wo der longitudinal ausgedehnte obere Rand des Hyoidbogens mit dem periotischen Knorpel unterhalb der vorspringenden Leiste des knöchernen Pteroticums *(Pt.O)* articulirt.

Fig. 21.



Ausgewachsener Lachs. Seitenansicht des Schädels mit sämmtlichen daran befestigten Knochen. Die knorpeligen Theile sind punktirt dargestellt.

Knorpelknochen: *S.O* Supraoccipitale; *Ep.O* Epioticum; *Pt.O* Pteroticum; *Pt* Palatinum; *Ms.Pt* Mesopterygoid; *M.Pt* Metapterygoid; *Qu* Quadratum; *Art* Articulare; *H.M* Hyomandibulare; *Sy* Symplecticum, *E.Hy* Epiceratohyale, theilweise von *P.Op* u. *I.Op* bedeckt; *C.Hy* Ceratohyale, hinterer Abschnitt; *H.Hy* Hypohyale; *G.Hy* Glossohyale.

Hautknochen: *Pa* Parietale; *Fr* Frontale; *S.Eth* Supraethmoid; *Na* Nasale; *Lch* Lacrimale; *Sb.Or* Suborbitalia; *S.Or* Supraorbitale; *Pmx* Praemaxillare; *Mx* Maxillare; *Ju* Jugale; *P.Op* Praeoperculum; *I.Op* Interoperculum; *S.Op* Suboperculum; *D* Dentale; *Ang* Angulare; *B.Brs* Basibranchiostegale; *Brs.R* Branchiostegalstrahlen.

186. Von der Ethmopalatinverbindung aus erstreckt sich ein massiver Streifen, der zum grössten Theil knorpelig ist, nach vorn und hinten. Indem er rückwärts verläuft, wird er viel breiter und gewinnt er auch in senkrechter Richtung erheblich an Ausdehnung, so dass er auf ein viel tieferes Niveau als dasjenige des Schädelgrundes hinabsteigt. Am äussersten untern Winkel dieser Palatoquadratplatte

befindet sich ein Gelenkhöcker für den Unterkiefer. Der ausgedehnte hintere Rand des Streifens nimmt einen vorspringenden Zapfen von dem dahinter liegenden Bogen auf, welcher sich in seinen untern Theil einbettet, während er denselben Bogen oberhalb überdeckt. Der Theil des Palatinknorpels nach vorn vom Ethmopalatingelenk ist ziemlich gross und trägt einen rundlichen Vorsprung, welcher nach oben gegen den Rand und die Basis des Schädels emporsieht und mit den darüber liegenden Maxillarknochen articulirt.

187. Das zahntragende Palatinum *(Pt)*, ein stabähnlicher Knochen, erstreckt sich bis ans vordere Ende des ganzen Streifens; vorn ist der grösste Theil seines Knorpels verknöchert, aber hinten wird derselbe blos umhüllt; nur ein Drittel von der ganzen Länge des Knochens liegt hinter der Ethmopalatinverbindung. Der Knochen des Mesopterygoids *(Ms. Pt)* umhüllt den Knorpel hinter dem Palatinum, indem er zugleich das letztere an der Innenseite des Streifens bis zur Hälfte seiner Länge mit einem zugespitzten Ende überdeckt; er erstreckt sich aber nach hinten und verbreitert sich, um auch das Quadratum und das Metapterygoid zu bedecken. Er legt sich auch von unten an das eigentliche Pterygoid an und wendet sich um den obern Rand des Knorpels herum, denselben an der Aussenseite in ziemlicher Ausdehnung bedeckend. Das Pterygoid umfasst den untern Rand des Knorpels vom Palatinum bis zum Quadratum und nimmt weder an der innern noch an der äussern Oberfläche viel Raum in Anspruch, am meisten noch an der innern.

188. Das Metapterygoid *(M. Pt)* ist ein quadratischer Knochen, welcher den hintern obern Winkel des Palatoquadratstreifens einnimmt und ungefähr die halbe Höhe des Hyomandibulare *(H. M)* erreicht, das von aussen her von ihm überlagert wird. Zwischen dem untern Rande dieses Knochens und der obern Kante des verhältnissmässig kleinen, dreieckigen Quadratums *(Qu)*, dessen unterer Winkel den knorpeligen Condylus für den Unterkiefer trägt und dessen hinterer Rand zur Aufnahme des Zapfens vom nächsten Bogen ausgehöhlt ist, bleibt ein schmaler Knorpelstreifen übrig.

189. Die Deckknochen, welche in dieser Gegend vorkommen, gehören der obern Kinnlade an. Das Praemaxillare *(Pmx)* ist ein Deckstück des entsprechenden Trabecularhornes, welches ausserhalb des Praepalatinknorpels rückwärts zieht. Es trägt eine aufsteigende praenasale Platte und einen ziemlich umfänglichen zähnetragenden Abschnitt.

Seine Richtung wird nach hinten hin von dem kleineren Maxillare fortgesetzt *(Mx)*, welches vorn vom Praemaxillare und hinten vom Jugale *(Ju)* bedeckt wird; es läuft gleichfalls gegen das Quadratum hin aus. Die nach der Gesichtsseite gewendete Fläche des Maxillare ist klein und von geringer Höhe. Der die Mundspalte begrenzende Rand ist in seiner ganzen Länge mit Zähnen besetzt. Das Jugale endlich ist ein lanzettförmiger Knochen, welcher nicht in den Rand der obern Kinnlade eintritt, sondern über demselben auf dem Maxillare und dem Quadratum liegt.

190. Das Bindegewebe, welches die Augenhöhle hinter dem Ektethmoid, über dem Palatoquadratstreifen, unterhalb der Frontalia und vor dem Hyomandibulare rings umgibt, hat ungefähr sieben Hautknochen den Ursprung gegeben, die zusammen einen beinah geschlossenen Ring bilden. Diese Orbitalknochen zeigen eine ziemliche Ausdehnung gegen den Rand der Orbita und breiten sich auf der Gesichtsfläche aus, was namentlich bei den hintern stark ausgeprägt ist. Oberhalb unterbrechen die Frontalia den Ring theilweise, indem sie selbst in dessen Umfassung eintreten.

191. Der Unterkiefer ist ein langgestreckter, unten sehr massiver Streifen, welcher in dem vor dem Condylus liegenden Coronoidalabschnitt sehr hoch wird, hinten einen vorspringenden Postcondylar- oder Angularfortsatz und vorn, zunächst der Symphyse, einen starken Haken an jedem Dentale trägt. Der proximale Theil des Knorpels ist zum Articulare *(Art)* verknöchert, vorn aber liegt dieser Knochen als blosser Deckel auf der Aussenseite des Meckel'schen Knorpels, welcher sich noch über denselben hinaus beinah bis zur Symphyse erstreckt. Das Dentale *(D)* umfasst das vordere Ende des Knorpels sowohl von aussen als von innen, weiter nach hinten aber erscheint es hauptsächlich nur an der Aussenseite, wo es zwei Dritttheile des Articulare überlagert und mit einem obern und einem untern Ausläufer endigt. Es ist an den vordern drei Viertheilen seines obern Randes mit Zähnen besetzt, nicht aber hinten, wo sein oberer Ausläufer dem Coronoidfortsatz des Articulare aufsitzt. Ein kleines Angulare *(Ang)* liegt an der hintern Ecke des Unterkiefers unterhalb des Condylus; der Postcondylarfortsatz jedoch wird vom Articulare gebildet. Die Symphyse des Unterkiefers zeigt eine sehr geringe Ausdehnung, die beiden Hälften sind nur durch Fasergewebe mit einander verbunden.

192. Das Hyomandibulare erstreckt sich von seiner horizontalen Gelenkfläche am Pteroticum aus hinter den Postorbitalia und dem Metapterygoid abwärts. Es wird je weiter nach unten desto schmäler, am obern Drittel seines hintern Randes aber erhebt sich ein knöcherner Fortsatz, der von einem knorpeligen Höcker bedeckt wird, der Condylus für das Operculare. Der Knorpel unterhalb des Hyomandibularknochens stellt einen dicken, vorspringenden Ellbogen dar, welcher sich unter beinah rechtem Winkel nach vorn wendet und in den kleinen zapfenähnlichen Knochen des Symplecticum *(Sy)* übergeht, der in die Grube an der hintern innern Fläche des Quadratums eingepasst ist.

193. Der untere Abschnitt des Hyoidbogens heftet sich an den obern und vordern zwischen dessen zwei genannten Verknöcherungen an der Stelle des eben beschriebenen Ellbogens an. Ein kleiner theilweise verknöcherter Interhyalknorpel bildet das Verbindungsglied, und der unterste Theil wendet sich dann nach vorn gegen die Basis der Zunge in dem Raume zwischen beiden Unterkieferhälften; er besteht der Hauptsache nach aus massivem Knorpel und ist am proximalen Ende flach, am distalen dick. Sein proximales Dritttheil verknöchert aber zum Epiceratohyale *(E. Hy)*, seine distalen zwei Dritttheile zum Ceratohyale *(C. Hy)*. Das vordere Ende des letzteren, von Knorpel bedeckt, fügt sich an die Hinterfläche der kleineren Masse des Hypohyale *(H. Hy)*, welches zwei gesonderte Verknöcherungen zeigt. Ein unpaares Basi- oder Glossohyale *(G. Hy)* erstreckt sich nach vorn in die Zunge, wobei es hinten zu jeder Seite mit den Hypohyalstücken, am hintern Ende aber in der Mittellinie mit dem ersten Basibranchiale in Verbindung steht. Das lange Glossohyale ist an seiner obern Fläche verknöchert und trägt eine Reihe von Zähnen, welche längs der Mitte des Bodens der Mundhöhle vorragen.

194. Die Opercularmembran ist ein grosser halbovaler Hautlappen, der sich vom hintern Rande des Hyomandibular- und Quadratabschnittes nach hinten ausbreitet und die obere Hälfte der Kiemenbogen bedeckt. Vier grosse Hautknochen entwickeln sich in diesem Lappen. Der vorderste, das Praeoperculum *(P. Op)*, nimmt beinah seine ganze verticale Länge ein und ist von halbmondförmiger Gestalt mit zwei Hörnern und einem breiten mittleren Abschnitt; das untere Horn reicht fast bis an den Postcondylarfortsatz des Unterkiefers. Das

Praeoperculum ist von Schleimdrüsen in strahlenförmiger Anordnung durchfurcht und seinem obern Horn legt sich ein kleiner Supratemporalknochen an, welcher zu der Reihe von Schleimdrüsenknochen gehört, die sich in die Schuppen der Seitenlinie fortsetzt. Zu dieser Kategorie gehören übrigens auch die Knochen des Orbitalringes und die Nasenbeine.

195. Das wichtigste und grösste Stück, das Operculum *(Op)*, ist nahezu quadratförmig, mit stark abgerundeten Ecken; es wird vorn vom obern Horn des Praeoperculums überlagert und trägt eine Gelenkpfanne an seiner vordern obern Ecke zur Aufnahme des Opercularfortsatzes am Hyomandibulare. Nach hinten und unten davon findet sich das Suboperculum *(S. Op)*, der Innenseite des Operculums, welches seine obere Kante überragt, und ebenso auch der Innenseite des sogleich zu beschreibenden Knochens anliegend, welcher nach aussen von seinem Vordertheile folgt. Dieses Interoperculum *(I. Op)* bedeckt die untere vordere Ecke des Operculums und den vordern Theil des Suboperculums. Selbst aber wird es in bedeutendem Umfang vom Praeoperculum überlagert und durch ein starkes Ligament steht es mit dem Winkel des Unterkiefers in Verbindung. Sowohl das Sub- als das Interoperculum sind sehr dünne Knochen von länglich eiförmiger Gestalt.

196. Längs des untern Randes des distalen Abschnitts des Hyoidbogens legt sich von aussen her eine Reihe von zwölf flachen, gestreckt-sichelförmigen Knochen, die Branchiostegal- oder Kiemenhautstrahlen *(Brs. R)*, an denselben an. Der hinterste ist zugleich der grösste und liegt am weitesten nach aussen, überdeckt also den nächsten, und so geht es fort nach vorn hin bis zum kleinsten. Eine zusammenhängende elastische Membran umschliesst das Ganze, indem sie von der hintern Kante des einen Strahls zur vordern Kante des dahinter liegenden sich umschlägt. Wo die Hautfalten von beiden Seiten her vorn zusammentreffen, liegt ein unpaarer Hautknochen, das Basibranchiostegale *(B. Brs)*, vorn schmal, hinten mit einem hohen medianen Kamm und einer breiten Basalplatte.

197. Die fünf Kiemenbogen liegen in einer Reihe in der Wand der Schlundhöhle. Die ersten vier tragen Kiemen und sind unter rechtem Winkel nach hinten gebogen; ihr oberer Abschnitt entspricht in seiner Länge ungefähr zwei Dritttheilen des untern und vordern Theiles. Die obersten Gliedstücke der Bogen sind zugleich einwärts

unter das hintere Ende des Schädelgrundes und unter die vordersten Wirbel hereingeschoben und stellen zwei Abtheilungen dar, ein oberes und kleineres Pharyngobranchiale und ein grösseres Epibranchiale mit einem fibrösen Gelenk dazwischen. Das vierte Pharyngobranchiale befestigt sich an der hintern untern Fläche des dritten; alle vier Pharyngobranchialia sind mehr oder weniger verknöchert und sehen beinah gerade nach innen; bei dieser Form tragen sie keine Zähne. Die vordern Epibranchialia sind grösser als die hintern und stellen stabförmige, an beiden Enden von Knorpel überzogene Knochen dar. Oben tragen sie an der Aussenseite einen spitzen Fortsatz. Das vierte Epibranchiale ist kurz und abgeflacht.

198. Die untern Hälften der Kiemenbogen sind mit den obern durch sehr vollkommene Scharniergelenke verbunden. Von diesem Gelenk aus wendet sich das lange stabförmige knöcherne Ceratobranchiale nach vorn und an den drei vordern Bogen gliedert sich noch ein kleineres Hypobranchialstück ab, welches gleichfalls zum grössten Theil verknöchert. Der fünfte Kiemenbogen zeigt nur die untere Hälfte ausgebildet, welche als Ceratobranchiale verknöchert ist. Dasselbe trägt Zähne an seinem innern Rande und ist das Pharyngeale inferius (unterer Schlundknochen) von Cuvier. Die Knochen der Bogen sind in der Mitte solid, umhüllen aber in der Regel an beiden Enden noch einen kegelförmigen Knorpelrest.

199. Am ersten und vierten Kiemenbogen springen vom vordern äussern Rande ungefähr zwanzig kleine, zahnförmig nach innen gebogene Knochenstückchen vor. Der zweite und der dritte Bogen zeigen zwei solcher Reihen, von denen die eine nach vorn und die andere nach hinten gewendet ist. Diese kleinen Knochen sind demnach so angeordnet, dass sie eine Art Reuse bilden, durch welche das Wasser gewissermaassen filtrirt wird, während es durch die Kiemenspalten abfliesst. Die hintere äussere Fläche jedes Bogens ist vom obern Ende des Epibranchiale bis zur Basis des Hypobranchiale ausgehöhlt. In dieser Rinne liegen die Kiemengefässe und auf derselben wurzeln die Kiemenblättchen.

200. Die Kiemenbogen beider Seiten werden in der Mittellinie der Bauchseite durch eine zusammenhängende Reihe von Knochen und Knorpeln mit einander verbunden. Jedes dieser Basibranchialia verläuft gleich dem Basihyale von seinem zugehörigen Bogen aus nach vorn. Der Knorpel zeigt aber nirgends eine Unterbrechung ausser

hinter dem dritten Basibranchiale, und nach hinten von dieser Stelle bleibt der Knorpel unverknöchert und trägt sowohl den vierten als den fünften Kiemenbogen. Jeder der drei soliden Basibranchialknochen steht durch einen ziemlich umfänglichen knorpeligen Abschnitt mit dem nächstfolgenden in continuirlicher Verbindung.

Zusammenfassung.

201. Fassen wir zunächst die Geschichte der knorpeligen Elemente ins Auge, so finden wir sehr frühe die Parachordalia und die Trabeculae im Boden des Craniums, und die Vereinigung der Trabecula mit dem Parachordale seiner Seite hat sich vollzogen, bevor noch die beiden Parachordalstücke untereinander verschmolzen sind. Die letzteren verwachsen sehr rasch mit den benachbarten Ohrknorpeln und in Continuität mit diesen Massen bildet sich ein geschlossener Occipitalring. Die Parachordalia werden bei ihrem weitern Wachsthum im postpituitaren Abschnitt durch einen ziemlich erheblichen Zwischenraum getrennt und die Trabeculae biegen sich sehr scharf nach aussen, wo sie den Pituitarraum umgrenzen. Vorn fliessen sie aber sofort zusammen und entwickeln sich jenseits der Gehirnkapsel zu seitlichen ethmoidalen und praenasalen oder cornualen Abschnitten, zwischen denen die Nasenkapseln liegen.

202. Die Bildung eines medianen Interorbitalseptums oberhalb der verschmolzenen Trabeculae drängt den vordern Theil des Gehirnes empor. Das Septum ist zuerst membranös, verknorpelt dann aber in Zusammenhang mit den Trabeculae. Der praecraniale Knorpel erlangt einen Höhendurchmesser, welcher demjenigen des Septums entspricht, und differencirt sich in einen massigen lateralen Ethmoidal-, einen Subnasal-, einen Internasal- und einen Praenasalabschnitt. Die obern Labialknorpel treten in Verbindung mit seinen cornualen Ausläufern.

203. Der Supraorbitalstreifen verknorpelt frühe und fliesst vorn mit dem lateralen Ethmoidalabschnitt, hinten mit der Ohrkapsel zusammen. Ein kräftiges knorpeliges Schädeldach entwickelt sich von vorn nach hinten fortschreitend, bis es mit dem Supraoccipitaltheil zusammentrifft, und nur in der Parietalgegend bleibt ein Paar membranöser Fontanellen übrig. Die Seitenwände der Schädelhöhle nach vorn von den Ohrmassen verknorpeln nicht in grösserer Ausdehnung.

204. Der Mandibular-, der Hyoid- und die Kiemenbogen entstehen als einfache stabförmige Gebilde auf jeder Seite und zu gleicher Zeit entwickelt sich ein Palatin- oder Subocularstreifen, welcher an der lateralen Ethmoidalregion eine bleibende Befestigung findet. Die postoralen Bogen erfahren eine Gliederung, durch welche sie in obere und untere Abschnitte getheilt werden. Das untere Stück des Mandibularbogens verlängert sich, um die Axe des Unterkiefers zu bilden, die obere Abtheilung wächst nach vorn, um sich mit dem Palatinstreifen zu vereinigen, wodurch ein continuirliches Palatoquadratstück entsteht. Dasselbe sinkt von seiner anfänglichen Lage unmittelbar zur Seite der Schädelwand allmählich herunter und erhält schliesslich auf einem viel tiefern Niveau eine feste Stütze am obern Abschnitt des Hyoidbogens.

205. Die Gliederung des Hyoidbogens findet seiner ganzen Länge nach statt und erst nachträglich rückt der vordere Abschnitt nach oben, der hintere nach unten. Das obere Stück stellt den Aufhängeapparat für den Unterkiefer dar; es articulirt vermittelst einer langgestreckten Gelenkfläche mit dem Ohrknorpel und ist mit seinem Vorderende dem hintern Rande des obern Mandibularsegmentes angefügt. Der Rest des Hyoidbogens und ebenso die Kiemenbogen gliedern sich in mehr oder weniger Stücke, ohne jedoch wesentliche Veränderungen zu erleiden. Mediane Basalstücke verbinden die Bogen der beiden Seiten.

206. Die Masse des Chondrocraniums, welche durch knöcherne Ablagerungen ersetzt wird, ist verhältnissmässig gering. Der Occipitalring zeigt vier Knochen, die aber durch Knorpel von einander getrennt bleiben. Die schwachen Basi- und Alisphenoidea mit einem eigenthümlichen massiven Orbitosphenoid, das aus der Vereinigung eines Paares von Knochen entstanden ist, stellen die übrigen wichtigeren Schädelverknöcherungen im Knorpel dar, abgesehen von denen, welche zu den Ohrkapseln in Beziehung treten. Jede dieser letzteren erhält fünf knöcherne Mittelpunkte, unter denen das Pteroticum Wichtigkeit erlangt, indem es über die Hyomandibular-Gelenkfläche nach aussen vorspringt, während das Prooticum sich über einen erheblichen Theil des eigentlichen Schädelgrundes erstreckt. Die innern Verknöcherungen der Gesichtsstreifen treten sehr bestimmt hervor, ihre Geschichte ist einfach und eine nochmalige Aufzählung daher überflüssig.

207. Die subdermalen oder Hautknochen treten in grosser Zahl auf und zwar erscheinen die wichtigsten davon früher als die Knorpelknochen. Sehr wesentliche Elemente treten in Beziehung zur Basis und zum Dache des Craniums auf; dieselben sind unten unpaarig, oben dagegen meist paarig. Die Ausdehnung und die Lagebeziehungen des Parasphenoids verdienen ganz besondere Beachtung. An den praecranialen, den Palatin- und Mandibularknorpeln finden sich eine Reihe von Knochen als Belegstücke aufgelagert, während die grossen Augenhöhlen theilweise durch die Ausdehnung von dem Schädeldach angehörenden Knochen nach aussen hin und theilweise durch besondere Circumorbitalknochen geschützt werden. Die grosse Opercular- und die Branchiostegalmembran hat ihr eigenes knöchernes Skelet und auf den Kiemenbogen sitzen zahlreiche kleine zahnförmige Parostosen.

Anhang.

Über den Schädel der Fische.

208. Der Schädel der meisten Knochenfische ist im Wesentlichen gleich demjenigen des Lachses gebaut; der Knorpel kann in grösserem oder geringerem Umfange persistiren und Verschmelzungen von Knochen können eintreten. Bei den Siluroiden und Cyprinoiden bildet sich kein Interorbitalseptum. Die Masse des Ethmoidalknorpels kann theilweise zu einem medianen (Stockfisch) oder zu paarigen Knochen (Hecht) verknöchern. Bei den Muraenoiden werden die Trabeculae in der Orbitalgegend zu ganz schmalen Knorpelbändern, die sich über dem Parasphenoid nach vorn und oben krümmen. Vorne findet sich ein medianer mit einem senkrechten Kamme versehener Ethmoidknochen, an der Unterseite mit einer tiefen Furche, um einen hohen Kamm von dem zähnetragenden Vomer aufzunehmen. Zu beiden Seiten dieses Kammes liegt ein gesonderter einfacher Trabecularstreifen. Die Riechnerven werden während ihres Verlaufes nach den Nasensäcken von einem Paar dicker gesonderter Ektethmoidknorpel umhüllt; über der membranösen Nasenkapsel liegt ein kleines Nasenbein. Die Praemaxillarstücke fehlen ganz; der Vomer, an seiner ganzen Fläche mit Zähnen bedeckt, erstreckt sich bis zum vordern Rande des Schnabels; die Maxillaria sind gross und mit Zähnen bewaffnet. Das Hyomandibulare zeigt einen beträchtlichen Umfang und zwei besondere, weit von einander getrennte Gelenkköpfe. Sein distaler Abschnitt wendet sich nach unten und vorn; das Symplecticum ist scharf ausgebildet. Zwischen diesen beiden Knochen befestigt sich der Rest des Zungenbeinbogens vermittelst des Interhyalligamentes. Das Epi- und das Ceratohyale sind ziemlich von gleicher Grösse, es fehlt aber ein Hypohyale. Die

Spitze des Aufhängeapparates des Kieferbogens bleibt unverknöchert und reicht bis zu einer Stelle herab, welche dem Interhyalligament gegenüber liegt, wo sie von rindenartigen Knochenfortsätzen des Hyomandibulare umhüllt wird. Das Quadratum ist stabförmig und nach vorn von demselben findet sich ein ganz kleiner dreieckiger Knorpelfortsatz: — Alles, was vom Pterygoidknorpel noch existirt. Oberhalb desselben liegt ein stielförmiger Palatopterygoidknochen. Der Unterkiefer besitzt ausser dem Dentale und Articulare an der Innenfläche noch ein kleines dickes Coronoid, das zwischen die zwei grössern Knochen eingekeilt ist.

209. Die Siluroiden gleichen in manchen wichtigen Verhältnissen den Knochenganoiden; viele von ihnen zeigen sogar eine bemerkenswerthe Combination von ganoidenartigen Dermalplatten mit stark verknöchertem Schädelknorpel. Darin, dass sie kein Suboperculum besitzen, stimmen sie mit einzelnen Ganoiden überein und unterscheiden sich zugleich von den übrigen Teleostiern. Bei dem Siluroiden *Clarias capensis* nehmen die beiden zähnetragenden Praemaxillaria einen grossen Theil des Randes des Vorderkopfes ein und hinter ihnen liegt eine halbmondförmige mit Zähnen bedeckte Platte, der Vordertheil des einfachen Vomer. Die Maxillaria sind ausserordentlich klein und tragen einen langen fadenförmigen Anhang. Oberhalb derselben zeigt jede Nasenkapsel eine Verknöcherung, die sich mit einem »Septo-Maxillare« vergleichen lässt (siehe Cap. V). Die Nasensäcke selbst sind sehr klein, ebenso die Augenhöhlen, welche ziemlich weit nach vorn gerückt sind. Der vordere Abschnitt des Kopfes wird von einem grossen breiten Dermo-Ethmoid bedeckt. Selbst beim ausgewachsenen Thiere persistiren zwischen den beiden Frontalia und in der Supraoccipitalgegend kleine unverschlossene Lücken. Das Palatinum ist ein besonderer stabförmiger, an der lateralen Ethmoidregion befestigter Knochen, welcher das Maxillare trägt und zum Theil über und nach innen von dem Pterygoid und dem Mesopterygoid liegt. Das Quadratum erstreckt sich weit nach vorn, ein Metapterygoid aber ist nicht vorhanden. Wenn man diesen Schädel mit demjenigen eines Salamandrinen vergleicht, so lassen sich manche beachtenswerthe Übereinstimmungspunkte entdecken.

Der Schädel der Ganoiden.

210. Das Chondrocranium der Knochenganoiden verknöchert im Wesentlichen ähnlich demjenigen der Teleostier, nur dass manchmal einzelne Knochen fehlen. Die unpaare jugulare Knochenplatte, welche sich zwischen den Unterkieferästen von *Amia* entwickelt und die bei *Polypterus* an derselben Stelle zu findenden beiden Platten sind Gebilde, welche sich nicht ohne Weiteres mit irgend Etwas beim Lachse vergleichen lassen. Im Übrigen jedoch wird man bei näherer Prüfung keine grossen Schwierigkeiten finden, diese Schädel zu verstehen.

Bei *Polypterus* z. B.[2] persistiren grosse Fontanellen in der Basis und an der Oberseite des Chondrocraniums, dessen Verknöcherungen aus einem Occipitalring von Knochen bestehen, ferner aus Ohrmassen, welche das

[2] Siehe Traquair, „On the Cranial Osteology of Polypterus", Journ. Anat. Vol. X. p. 166.

Opisthoticum und Epioticum im verschmolzenen Zustande repräsentiren, aus Sphenoidalwänden, die sich im Schädelgrunde hinter dem Pituitarkörper vereinigen und zugleich im vordern Theil des Schädelgrundes knöcherne Platten nach innen entsenden, welche zusammenstossen, aber nicht mit einander verwachsen, sodann aus Sphenotica oder »Postfrontalia«, aus Ethmoidea lateralia oder »Praefrontalia« und endlich aus einem medianen Ethmoid am äussersten Vorderende des Schädelknorpels, von welchem noch ein oberer Sporn nach rückwärts aufsteigt, der parostotischer Natur ist. Es findet sich kein Interorbitalseptum. Die basioccipitale Verknöcherung umschliesst zugleich noch mindestens einen Wirbelkörper und der erste Neuralbogen steht oben mit derselben in Gelenkverbindung. Der hintere Rand des Sphenoids ist schwach ausgebuchtet durch die Löcher für die hintern Äste des Trigeminus; nahe der Mitte seines untern Randes findet sich das Foramen opticum, über und hinter welchem die Bewegungsnerven des Augapfels und der erste Ast des Trigeminus heraustreten. Die hauptsächlichen Knochen des Schädeldaches sind paarige Parietalia, Frontalia und Nasalia, welche bei alten Exemplaren mehr oder weniger mit einander verschmelzen. Die Septo-Maxillaria und das mediane Ethmoid treten nur mit kleinen Stücken an die Oberfläche. Das Parasphenoid erstreckt sich beinah unterhalb der ganzen Occipitalregion hin und reicht nach vorn nahezu bis ans Ende des Gaumens; es zeigt auffällige Basitemporalfortsätze und ist an seinem vordern Abschnitt mit winzigen Zähnchen bewaffnet. Das Praemaxillare und das Maxillare besitzen ziemlich ausgedehnte Gaumenspalten. Der Palatoquadratknorpel verknöchert zu einem kleinen Metapterygoid und Quadratum, zu einem grossen Pterygoid und Mesopterygoid und einem sehr kleinen Palatinum; der Vomer setzt die Richtung des Pterygoids fort, indem er nach innen von den Gaumenplatten des Praemaxillare und Maxillare und parallel zu denselben verläuft. Das Hyomandibulare ist stabförmig, zeigt in der Gegend des Opercularcondylus eine nahezu rechtwinkelige Krümmung und trägt eine kleine überzählige Verknöcherung an seinem obern Ende. Wir finden ein grosses Praeoperculum oder Squamosum, ein ziemlich umfängliches Operculum und ein kleines Suboperculum. Die oberflächlichen Zwischenräume zwischen den genannten Knochen werden aber noch von mehreren kleinen Dermal- und Hautknochen ausgefüllt, welche mehr oder weniger modificirte Vertreter der Schuppenreihe in der Seitenlinie sind.

Bei *Amia*[3] besteht ein durchaus vollständiges Chondrocranium, das aber von einem Schild aus durch Nähte verbundenen Hautknochen bestehend überdacht wird. Die occipitalen Knorpelknochen sind alle vorhanden und zwei neurale Bogen articuliren mit dem hintern Abschnitt des Basioccipitale. Das Basisphenoid wird von einem Paar Verknöcherungen zu jeder Seite der Pituitargrube repräsentirt, es finden sich grosse Alisphenoidea mit einer absteigenden Platte; das Orbitosphenoid ist einfach. Die Ohrkapsel besitzt die vollständige Knochenumhüllung mit Ausnahme eines Pteroticum. Das Parasphenoid trägt Basipterygoidflügel, welche sich gegen das Sphenoticum hinauf erstrecken und dasselbe stützen. Der den Schädel bedeckende Dermalschild besteht aus einem medianen

[3] Siehe Bridge's werthvolle Beschreibung im Journ. Anat. Vol. XI.

Dermooccipitale, dem ein Paar Supraepiotica beiderseits anliegt, dann aus grossen paarigen Frontalia, einem Paar Nasalia und einem vordern Supraethmoid, welches theilweise den Nasalia von unten anliegt. Die circumorbitalen Knochen sind sehr stark entwickelt, daneben finden sich zwei grosse Postorbitalia, welche zur Seite der Supraepiotica nach hinten reichen. Die Reihe der Palatinknochen ist normal. Jedes Praemaxillare trägt zwei aufsteigende Fortsätze, welche das Nasenloch umgeben und oberhalb desselben, aber unterhalb des Nasenbeines sich mit einander vereinigen. Hinter dem Maxillare folgt ein Jugale. Das Suspensorium und die Kiemenbogen bedürfen keiner weitern Bemerkung, aber der Unterkiefer bietet ein besonderes Interesse. Der Meckel'sche Knorpel persistirt in bedeutendem Umfange, verknöchert aber proximal von vier sehr deutlich gesonderten Punkten aus, von denen drei zur Bildung der Gelenkfläche beitragen, und am distalen Ende entsteht ein »Mento-Meckel'sches« Stück. Das Spleniale besteht aus fünf einzelnen Stücken, unter denen eins an Grösse hervorragt; alle aber tragen Zähne. Die übrigen Knochen sind ein Dentale, ein Angulare und ein Subangulare. Die Reihe der Opercularknochen wird durch Hinzutreten eines Supratemporale vervollständigt.

211. Beim Stör findet sich ein sehr solider knorpeliger Schädel, überlagert von dermalen Knochen, welche mehr oder weniger die Knochen der Schädeloberfläche bei den Teleostiern repräsentiren; ein grosses Parasphenoid liegt an seiner Basis. Der praecraniale Abschnitt ist von grossem Umfang und stellt einen massiven Schnabel dar, welcher von sehr unregelmässig gelagerten Hautknochen umhüllt wird. Der Kieferapparat wird von einem grossen Hyomandibulare getragen, das nahe seinem obern Ende eine dünne Knochenscheide besitzt, unten aber in eine breite dicke Knorpelplatte ausläuft. Mit dieser steht in lockerer Gelenkverbindung ein Symplecticum, grösstentheils verknöchert und nach vorn gerichtet, um die obere sowie die untere Kinnlade zu tragen. Das breite Metapterygoid erstreckt sich im Dache der Mundhöhle bis gegen die Mittellinie, über und hinter dem eine Platte bildenden Palatoquadratknorpel, welcher theilweise als Pterygoid und Palatinum verknöchert ist. Manchmal findet man auch am Unterkiefergelenk ein kleines knöchernes Quadratum. Der Rand dieses Gaumenapparates wird von dem zahnlosen Maxillare eingefasst, welches bis zur Quadratgelenkfläche reicht und ein stielförmiges Jugale trägt. Bei alten Exemplaren besteht ein gesondertes Mesopterygoid. Im Unterkiefer persistirt ein Meckel'scher Knorpel, umhüllt von einem Dentale und manchmal vorne zu einem Mento-Meckel'schen Stück verknöchert; auch ein kleines Angulare ist vorhanden. Der untere Abschnitt des Hyoidbogens geht vom Hinterende des Symplecticums aus und besteht aus einem interhyalen, einem ceratohyalen und einem hypohyalen Abschnitt.

Der Schädel von Ceratodus.

212. Bei *Ceratodus*[4] zieht sich der massive knorpelige Schädel seitlich und unten zu einem grossen Palato-Suspensoriumfortsatz aus, welcher

[4] Wir folgen hier hauptsächlich der Beschreibung von Prof. Huxley (Proc. Zool. Soc. 1876); vergleiche auch Günther, Philos. Transact. 1871.

hinten mit der Ohrkapsel zusammenhängt. Von der letzteren springt eine dünne breite Knorpelplatte nach hinten vor, um die Kiemenhöhle zu bedecken. Der persistirende Meckel'sche Knorpel articulirt mit dem Gelenkhöcker des Suspensoriums an dem am weitesten nach aussen vorragenden Theile desselben. Ein kleiner Knorpel, von Prof. Huxley als Hyomandibulare bezeichnet, findet sich an der Hinterseite des Suspensoriums, indem es sich an der Vereinigungsstelle desselben mit dem eigentlichen Cranium fest mit ihm verbindet, und in der That tritt unmittelbar vor seinem vordern Rande der hintere Ast des Nervus facialis aus dem Schädel aus. Es trägt auch einen Symplecticumfortsatz, der freilich in das Hyosuspensorialligament eingebettet ist, vermittelst dessen der Haupttheil des Hyoidbogens sich ans Suspensorium befestigt. Es sind knorpelige Vertreter der Kiemenhautstrahlen vorhanden. Jeder der vier vordern Kiemenbogen besteht aus einem langen ventralen und einem kurzen dorsalen Knorpelstück; von Basibranchialia finden sich blos Rudimente. Der fünfte Bogen besteht jederseits nur aus einem einzigen Knorpelstück, das sich nach vorne krümmt und sich sowohl oben als unten mit dem Hauptabschnitt des vierten Bogens vereinigt. Ausserdem finden sich noch zwei Paar kleiner Labialknorpel, welche in der Umgebung der hintern Nasenöffnungen sitzen.

213. Das Knorpelcranium wird von einem knöchernen Schild bedeckt, der aus zwei medianen, hinter einander liegenden Knochen besteht, welche fast die ganze Länge des Schädels einnehmen, und aus zwei Paaren lateraler Knochen, einer neben dem andern, welche sich über den hintern zwei Dritttheilen des Kopfes ausbreiten und hauptsächlich dem Ohrknorpel aufliegen. Der hintere und grössere Theil dieses Knochenschildes liegt über den mächtigen Schläfenmuskeln, welche das Chondrocranium ganz bedecken. Der äussere Knochen beiderseits scheint dem Praeoperculum der Telostier und dem Squamosum der höhern Thiere homolog zu sein. Er trägt einen lang gestreckten Fortsatz, der nach unten beinah bis zur Quadratarticulation verläuft. Ein fibröses Band spannt sich zwischen dem antorbitalen Fortsatz und dem ventralen Ende des Suspensoriums aus und umschliesst drei Suborbitalknochen. Der Schädelgrund wird von einem grossen Parasphenoid gestützt, welches sich nach hinten bis zu einer Stelle erstreckt, die unmittelbar hinter der Befestigung des dritten Rippenpaares liegt, indem nämlich ebenso wie beim Stör und andern Ganoiden mehrere vordere Wirbel mit dem Schädel verschmolzen sind, so dass man sich die hintere Grenze des letzteren zwischen den Austrittstellen des Vagus und des ersten Rückenmarksnerven denken muss. Unmittelbar vor dieser Grenze liegt beiderseits tief in die Masse des Knorpels eingesenkt ein hohler Knochenkegel (Exoccipitale). Das Parasphenoid ist hinten schmal, vorne rautenförmig und trägt an der Vereinigungsstelle dieser beiden Abschnitte zwei zugespitzte Basitemporalflügel. Vor diesen Fortsätzen endigt es zugleich mit den beiden langgestreckten Palatopterygoidknochen, welche sich von der Gegend des Gelenkhöckers für den Unterkiefer nach innen wenden, um in der Mittellinie eine kurze Strecke vor dem Parasphenoid zusammenzustossen. Mit dem vordern Theil jedes Palatopterygoids hat sich eine grosse zahntragende Platte verschmolzen, welche schief liegt und an ihrem äussern Abschnitt vorspringende Wülste zeigt. Die Vomerknochen werden blos durch die Basis eines Paares vorderer schnei-

dender Zähne repräsentirt, welche dem Ethmoidknorpel aufsitzen, in der Mittellinie zusammenstossen und in rechtem Winkel nach aussen und hinten aus einander gehen. Ein von dem innern und vordern der beiden lateralen Knochen des Schädeldaches nach unten abgehender Fortsatz verbindet sich mit dem Vordertheil des Palatopterygoids. Ein Interorbitalseptum fehlt. Der Meckel'sche Knorpel wird von dentalen, splenialen und angularen Elementen umhüllt, von denen das spleniale eine Zahnplatte trägt, welche der grossen oben beschriebenen Gaumenplatte entgegenwirkt. Abgesehen von dem bereits erwähnten Praeoperculum oder Squamosum findet sich noch ein grösseres Operculum und ein kleineres stabförmiges Interoperculum. Die einzige sonst noch erwähnenswerthe Verknöcherung ist die Knochenscheide, welche die grosse Hyoidspange einhüllt.

214. Der Schädel von *Lepidosiren* bietet in manchen Hinsichten grosse Übereinstimmung mit demjenigen von *Ceratodus*, besonders was seine knorpeligen Theile betrifft; jedoch scheint sich kein mit dem Hyomandibulare vergleichbarer Abschnitt deutlich ausgebildet zu haben. Man findet zwei Exoccipitalia, ein grosses Parasphenoid, welches sich noch zum Theil unter der Wirbelsäule entlang erstreckt, einen einzigen Deckknochen von der Hinterhaupts- bis zur Ethmoidalregion (von Prof. Huxley als Parieto-Frontale benannt), ein Paar Nasalia oder ein einziges medianes Supraethmoid, und ein grosses »Supraorbitale« jederseits, welches nach hinten bis zum Ende des Kopfes in beträchtlicher Höhe über den andern cranialen Gebilden verläuft. Das »Parieto-Frontale« und das Parasphenoid senden einander in der Seitenwand des Craniums Fortsätze entgegen, welche sich vor der Austrittstelle des hintern Astes des Trigeminus vereinigen. Das Suspensorium hängt continuirlich mit der Seitenwand des Schädels zusammen und trägt an seinem vordern und äussern Rande das grosse Palatopterygoid, welches mit seinem Genossen der andern Seite in der Mittellinie zusammenstösst und zahntragende Platten besitzt. Die Gegend des Vomers trägt Zähne, aber an ihrer Basis findet sich kein besonderer Knochen. Prof. Huxley sagt[5]: »Das Parasphenoid, die rudimentären »Vomer und die Pterygopalatinplatten entsprechen einander in den bei- »den Gattungen (*Lepidosiren* und *Ceratodus*). Die Exoccipitalia sind bei »*Lepidosiren* bedeutend grösser. Der absteigende Fortsatz oder der prae- »operculare Theil des Squamosums ist am besten bei *Lepidosiren* ent- »wickelt, während sein dorsaler Abschnitt (das eigentliche Squamosum) »bei *Ceratodus* grösser ist. Bei beiden aber finden wir zwei Opercular- »knochen, ein Operculum und ein Interoperculum; bei *Lepidosiren* wie „bei *Ceratodus* liegen Knorpelplatten den Innenflächen dieser Knochen an. »Der Kiemenapparat von *Lepidosiren* unterscheidet sich von demjenigen von »*Ceratodus* hauptsächlich durch die grössere Anzahl vollständiger Kiemen- »bogen.« Man muss gestehen, dass eine genauere Kenntniss der Entwickelung des Schädels von *Lepidosiren* sehr nöthig ist, bevor eine genügende Darstellung von demselben gegeben werden kann.

[5] loc. cit. S. 38.

215. Bei *Chimaera*[6] steht das Suspensorium in Continuität mit der Seite der Gehirnkapsel, aber seine hauptsächliche Ausbildung ist weit nach vorn verlegt, wo es den Condylus für den Unterkiefer trägt. Es finden sich zwei Palatin- und zwei Unterkieferzähne, welche in einander passen und vor diesen liegen zwei Vomerzähne wie bei *Ceratodus* und *Lepidosiren*. Der Schädelknorpel erhebt sich zu einem merkwürdigen Interorbitalkamm oberhalb des vordern Gehirnabschnittes. Die Chorda ist verschwunden und der Schädel articulirt mit den unter einander verwachsenen vordersten Wirbeln. Der Zungenbeinbogen ist im Wesentlichen den Kiemenbogen ähnlich, obwohl grösser. Er endigt dorsal mit einem flachen ausgebreiteten dreieckigen Stück, welches mit dem darüber liegenden Schädelgrund durch Muskeln und Bänder, nicht aber durch directe Gelenkverbindung zusammenhängt. Die dorsalen Stücke der dahinter folgenden Kiemenbogen zeigen dieselbe Form und Befestigungsweise und stossen mit den ventralen Segmenten unter spitzem Winkel zusammen. Eine Opercularmembran bedeckt die Kiemenspalten. Vorne liegen grosse Labialknorpel.

216. Bei Haien und Rochen finden wir eine grosse Mannigfaltigkeit in der Form und relativen Grösse der einzelnen Theile, aber die einzigen Glieder der Gruppe, welche einer Erwähnung bedürfen, sind *Notidanus* (*Heptanchus* und *Hexanchus*) und *Cestracion*. Bei *Notidanus* ist das Hyomandibulare sehr reducirt und es trägt die Kinnladen nur theilweise; die Mundspalte ist ausserordentlich gross und die Gelenkstelle des Unterkiefers weit nach hinten gerückt. Der Oberkiefer zeigt hinter seiner Mitte eine bedeutende Vergrösserung in verticaler Richtung und bildet dort eine eigentliche Articulation mit dem kräftigen Postorbital- oder Sphenoticumfortsatz des Schädels. Weiter vorn findet sich noch ein kleiner Fortsatz, welcher hinter und unter dem Foramen opticum an eine basale Vorragung befestigt ist. Ein Spritzlochknorpel fehlt. *Heptanchus* hat sieben, *Hexanchus* sechs Kiemenbogen. — Bei *Cestracion* ist der vordere Theil des Schädels im Verhältniss zum hintern sehr lang, das Hyomandibulare bleibt klein und articulirt mit dem Schädel an einer weit nach unten und hinten gerückten Stelle, jedoch in vollkommen normaler Beziehung zum Austritt des Nervus facialis, während die obere Kinnlade einen nahezu kreisförmigen obern Rand besitzt und ihre hauptsächliche Befestigung an einer länglichen Fläche an der Basis des Craniums findet. Hier ist ein deutlicher Spritzlochknorpel vorhanden. Bei *Centrophorus* liegen sogar in der Vorderwand des Spritzloches unmittelbar neben einander drei Knorpelstrahlen.

217. In den hier gegebenen Beschreibungen beabsichtigten wir, die Vergleichungen nicht weiter zu führen, als dies die bis jetzt bekannten Thatsachen der Entwickelung verbürgen. Jeder Beobachter wird sich nach denselben ein unabhängiges Urtheil bilden können. Die Schädel der Lampreten und der Myxinoiden sind nicht in gleicher Weise behandelt worden, theils wegen unserer Unkenntniss ihrer Entwickelung und theils, weil unser gegenwärtiges Wissen zum Verständniss derselben in allzu

[6] Huxley, loc. cit. S. 40.

geringem Grade hinreichen würde[7]. Im Allgemeinen lässt sich behaupten, dass sie ein einfaches Chondrocranium besitzen, welches im vordern Abschnitt in Form von Trabeculae auftritt und bei einigen diese Form dauernd behält, nebst mehr oder weniger rudimentären Visceralbogen. Diesen Elementen fügen sich sehr grosse Labialbildungen an. — Es scheinen nicht hinlänglich sichere Gründe gegeben zu sein, um darauf bestimmte Schlüsse hinsichtlich der Beziehungen der Gebilde, welche der Kopf von *Amphioxus* darbietet, zu dem Schädel der übrigen Wirbelthiere aufzubauen, obgleich hochinteressante und lehrreiche Speculationen über diesen Gegenstand angestellt worden sind[8].

[7] Siehe Huxley: „On Petromyzon", Journ. Anat. X, 412.
[8] Siehe Huxley: „On Amphioxus", Proc. Roy. Soc. 1875.

IV. Capitel.

Der Schädel des Axolotl.

Erstes Stadium: Axolotlembryo, ein bis zwei Tage vor dem Ausschlüpfen.

218. Der Embryo liegt halbmondförmig gekrümmt in seiner gallertigen Umhüllung und hat erst eine Länge von drei Linien. Der Schwanz ist sehr kurz, das Abdomen erscheint stark aufgetrieben, da es den Dotter umschliesst; der Kopf nimmt ein volles Drittel von der ganzen Länge des kleinen Geschöpfes ein. Derselbe ist in seinem hintern Theile in der Gegend der Kiemen am breitesten und verschmälert sich nach vorne hin langsam. Die mittlere Kopfkrümmung ist vollständig ausgebildet und die Gehirnblasen ragen weit vor. Die dritte Hirnblase ist von oben sehr gut sichtbar, da sie weitaus den grössern Theil von der obern Fläche des Kopfes einnimmt. Sie ist von länglich ovaler Gestalt, spitzt sich hinten zu und wird von einer dünnen Haut bedeckt, unter welcher eine sehr wasserreiche Schicht beinah bis zur halben Höhe der Kammer herabreicht. Die zweite Blase ist annähernd kugelförmig und bildet das vordere Ende des Kopfes; die erste Blase ist klein und vollständig an die untere Fläche verlegt, bis unter die hintere Hälfte der zweiten Blase.

219. Die Sinneskapseln liegen in einer etwas schief verlaufenden Linie an der Seite, von etwas hinter der Mitte der dritten Blase bis neben die erste. Die Riechgrube besteht aus einer ringförmigen Erhebung, welche eine kraterartige, der hintern obern Fläche der ersten Blase aufliegende Vertiefung umgibt; sie ist die kleinste unter den Sinneskapseln. Unmittelbar über und hinter ihr befindet sich die An-

lage des Augapfels, eine nierenförmige Zellenmasse mit einem nach unten und hinten gewendeten Stiel. Eine kurze Strecke trennt dieses Organ von dem nächsten, dem Gehörorgan, welches wieder auf etwas höherm Niveau liegt und eine nierenförmige Masse mit nach oben gerichtetem Stiel darstellt.

220. Betrachtet man die untere Fläche des Kopfes, so erblickt man hinter der ersten Gehirnblase eine schmale, halbmondförmige, nach hinten convexe Membran. Es ist dies der Stirnnasenfortsatz, welcher eine gebogene Commissur zwischen den beiden Riechsäcken bildet. Hinter ihm liegt eine schwache Vertiefung, welche vor dem convexen vordern Rande der Mandibularfalte sich befindet; da aber die Grenzen der Vertiefung von beiden Seiten convex gegen einander vortreten, so ist dieselbe nothwendigerweise auf beiden Seiten breit und in der Mitte schmal, so dass sie ungefähr die Gestalt einer Sanduhr bekommt. Dies ist Alles, was von aussen als erste Anlage der Mundhöhle sichtbar ist.

221. Hinter dem Munde liegen zwei rippenähnliche, querverlaufende und seitlich aufsteigende Erhöhungen hinter einander. Die vordere derselben reicht fast bis zum Auge, die hintere zum Rudiment des Gehörorgans empor; eine wirkliche Aufhebung des Zusammenhangs zwischen diesen beiden Streifen, welche die ersten Andeutungen des Mandibular- und des Hyoidbogens darstellen, ist aber noch nicht zu erkennen. Sie sind unten flach und springen in der Mittellinie ein wenig vor. Zu beiden Seiten der rudimentären Mundhöhle, unterhalb des Augapfels und unmittelbar hinter dem Rande der Nasengrube befindet sich eine kleine, knospenförmige Gewebeverdickung (ein Maxillopalatinum), welche ein Auswuchs des obern Abschnittes des Mandibularbogens ist.

222. Der Hinterrand des Hyoidbogens ist in der ventralen Mittellinie halbmondförmig mit nach hinten gewendeter Concavität. Die Hörner des Halbmondes springen jederseits nach hinten vor, wobei sie sich deutlich von der Körperwand abheben und die dahinter liegenden Gebilde überdecken. Dies sind die Rudimente der Opercularfalten. Die untere Fläche des Körpers zunächst hinter den Hyoidbogen zeigt vorläufig noch kein anderes Gebilde als die continuirliche dünne Haut, unter welcher das Herz eben sichtbar wird. Seitlich und unten hinter beiden Opercularfalten sieht man drei schiefe Schlitze nach hinten emporsteigen, welche in den Pharynx oder den vordern Abschnitt der Nahrungshöhle führen. Dadurch wird eine Reihe von Visceralbogen

abgegrenzt und die Schlitze müssen als zweite, dritte und vierte Visceralspalte bezeichnet werden.

223. Die Visceralbogen lassen sich nur undeutlich an schwachen Gruben auf der Seitenfläche des Körpers über den Visceralspalten erkennen, aber von der Gegend eines jeden Bogens ragt eine kleine, klauenförmige Knospe nach hinten vor. Diese Knospen liegen sehr steil hinter einander, so nämlich, dass die zweite höher oben sitzt als die erste und die dritte höher als die zweite. Von oben gesehen erscheinen sie dreilappig, von unten aber zeigt sich, dass die zwei äussern und kürzern Lappen eine Art von Scheide für den mittleren Endlappen bilden, so dass die Kiemenknospen eine gewisse Ähnlichkeit mit dem nageltragenden Fingergliede einer Katze bekommen.

224. Die Chorda dorsalis erstreckt sich nach vorn bis zum obern und hintern Abschnitt des Pituitarkörpers, wo sie sich nach einer schwachen Biegung nach unten zu einem abgerundeten Ende zuspitzt. Sie reicht blos bis unter die hintern zwei Drittheile der dritten Hirnblase, das vordere Drittel dieser Blase aber ruht auf einer Membranfalte, welche offenbar nichts Anderes als eine Fortsetzung der Scheide der Chorda ist (der mittlere Schädelbalken von Rathke). Diese Membran ist, wo sie unmittelbar hinter der zweiten Hirnblase dem Infundibulum aufliegt, scharf auf sich selbst zurückgefaltet und bildet so eine tiefere Schicht, welche sich nach hinten um das Infundibulum und den Pituitarkörper und dann auch von unten um den letzteren herum schlägt, so dass derselbe hinten ganz davon eingehüllt wird. Bis jetzt findet sich noch keine erkennbare Andeutung von den primären Skeletelementen des Schädels.

225. Innerhalb der rippenähnlichen Erhebungen des Mandibular- und des Hyoidbogens und in den Zwischenräumen zwischen den Visceralspalten sind bereits die künftigen Visceralspangen abgegrenzt, doch haben sie nur erst begonnen sich zu verknorpeln. Auf diese Weise entstehen die Anlagen von fünf Visceralbogen, und ein Medianschnitt zeigt, dass das Herz unter den beiden hintersten derselben liegt. Hinter dem Herzen und diesen Bogen ist der ganze Körper von Dottermasse erfüllt, über dem Durchschnitt der Spangen aber findet sich eine ziemlich umfängliche Visceral- oder Schlundhöhle, in deren Wandung die Visceralspalten zu sehen sind. Vorne über dem rudimentären Mund und hinter dem Pituitarkörper verstopft immer noch eine ansehnliche Zellenmasse das Nahrungsrohr, aber da, wo der Mandibularbogen mit

dem Stirnnasenfortsatz in Berührung tritt, findet sich eine kleine Spalte, welche bis dahin allein die Mundhöhle repräsentirt; übrigens steht dieser Schlitz noch nicht in Communication mit der Visceralhöhle.

·226. In diesem Embryo haben wir gleichsam das vollkommen ausgeführte Modell der Theile vor uns, zu denen das embryonale Skelet später in Beziehung treten soll. Die Schädelhöhle wird von noch unverhärteten Zellschichten umhüllt und man kann noch nicht einmal behaupten, dass ein eigentliches membranöses Cranium existire. Von bestimmt geformten Axengebilden treffen wir nur erst die Chorda dorsalis an, während die weiter vorgeschrittenen Visceralbogen, fünf an der Zahl, die ventrale Reihe von Skelettheilen repräsentiren.

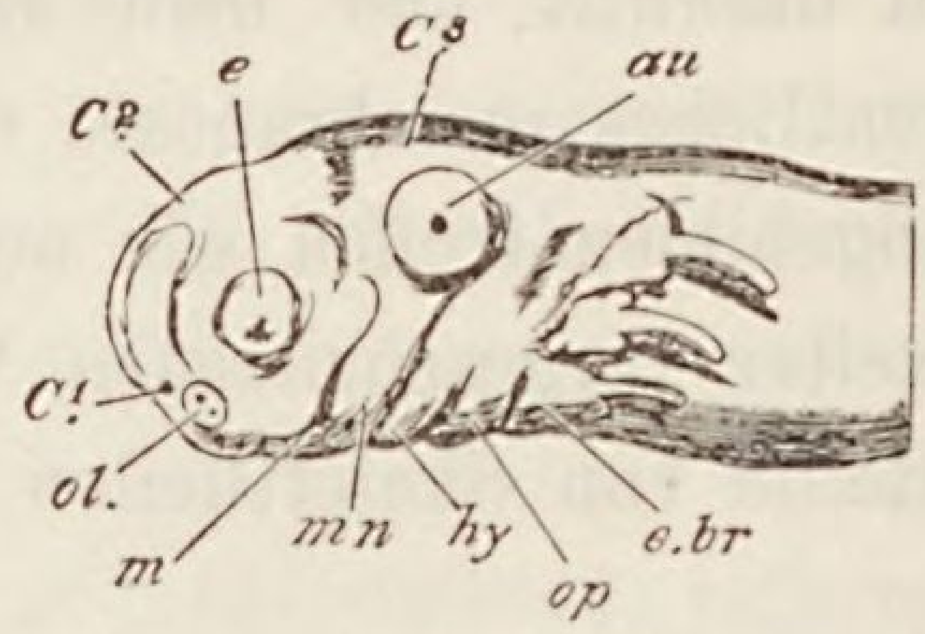
Zweites Stadium: Axolotllarve unmittelbar nach dem Ausschlüpfen.

227. Das kleine Geschöpf hat keine irgend auffällige äussere Veränderung erlitten und auch an Grösse nur etwa um ein Viertel zugenommen. Die allgemeine Gestalt des Kopfes ist mehr abgerundet und glatt, indem die Hirnblasen weniger scharf hervortreten als früher. In der Ansicht von oben nimmt die dritte Hirnblase nur ungefähr die halbe Länge des Kopfes ein, die zweite Blase erstreckt sich über den ganzen Rest der obern Fläche. Die erste Blase, obgleich immer noch unten gelegen, reicht doch bis zum vordern Ende des Kopfes und befindet sich somit unmittelbar unter der zweiten. Die Augen haben nun ihre Lage genau in der Mitte zwischen den Nasen- und Ohrsäcken gefunden, von denen sie beiderseits durch einen kurzen Zwischenraum getrennt sind. Jedes Auge stellt eine nahezu vollkommene Kugel dar, welche jedoch immer noch unten einen dünnen Stiel besitzt. Die Naseneinstülpung liegt der Vorderwand des Gesichtes viel näher und ist weiter vorgeschritten, auch fangen die Zellen des Kraters bereits an, resorbirt zu werden, um die Nasenöffnung zu bilden. Die Ohrmassen sind kugelig, aber noch besteht eine kleine Grube auf ihrer obern äussern Fläche.

228. Die Mundhöhle ist ausgebildet und communicirt mit dem Pharynx oder der durch die Visceralbogen umschlossenen Höhle. Sie wird von wohl geformten Lippen umgeben, die vorn vom Stirnnasenfortsatz, hinten vom Mandibularbogen und seitlich von den im

letzten Stadium beschriebenen lateralen Knospen (§. 221, S. 91) hereinwachsen, welche die Rudimente eines Maxillo-palatinums darstellen. Diese seitlichen Lappen sind sehr umfänglich und überdecken den Mandibularbogen, wodurch sie eine grosse Ähnlichkeit mit Opercularfalten bekommen. Zwischen dem Mandibular- und dem Hyoidbogen ist keine Spalte zu entdecken.

Fig. 22.



Kopf des Axolotl, gerade nach dem Ausschlüpfen. Seitenansicht.

C 1, 2, 3 Gehirnblasen; *ol* Nasensäcke; *e* Augapfel; *au* Ohrmasse; *m* Mund; *mn* Mandibularbogen; *hy* Hyoidbogen; *op* Opercularfalte; *e.br* weist auf die Basis der ersten Kiemenknospe hin. Der Maxillopalatinlappen ist nach vorne von der Stelle zu erkennen, bis zu welcher die Linie von *m* aus reicht.

229. Die Opercularfalte *(op)* hat sich beiderseits an der untern lateralen Ecke des Hyoidbogens sehr deutlich von dem festgewordenen Bogen innerhalb abgehoben. Sie hat auch beträchtlich an Grösse zugenommen und bedeckt nun die Wurzeln der dreilappigen äussern Kiemen; überdies setzt sie sich durch weitere Auswüchse nach oben und hinten in die nicht weiter abgegrenzte Gegend der obern Abschnitte des ersten und zweiten Kiemenbogens fort. Die an jedem dieser drei Bogen hinter dem Hyoidbogen sitzende dreilappige Kieme ist doppelt so lang geworden wie im letzten Stadium, wobei der mittlere fingerförmige Lappen seine hervorragende Stellung beibehalten hat. Aber noch finden sich keine neuen Lappen oder Filamente. Die relative Lage dieser Kiemenanlagen bleibt unverändert. Die Visceralspalten sind vollkommener ausgebildet, aber doch reichen sie nur bis zu den zusammenhängenden Filamenten hinauf, ohne sich darüber hinaus fortzusetzen.

230. Die folgende Beschreibung der Skeletgebilde ist Exemplaren entnommen, deren Länge wenig über ein Drittel Zoll (vier und eine halbe Linie) betrug[1]. Wenn man das Schädeldach und das ganze Ge-

[1] Eine Vorstellung von den Verhältnissen auf diesem Stadium lässt sich aus Fig. 23 gewinnen, welche einen etwas weiter vorgeschrittenen Zustand darstellt.

hirn abträgt, so wird die Chorda dorsalis sichtbar; sie ist relativ von beträchtlicher Grösse und endigt unmittelbar hinter dem Pituitarkörper. Zu beiden Seite der Chorda in der Gegend der dritten Hirnblase liegen hinter einander die Rudimente von zwei segmentalen Muskelmassen, welche die spätern Myotomen andeuten. Nach aussen von dem ersten Muskelsegment liegt die Ohrkapsel, welche bis dahin noch keine verknorpelte Wandung besitzt, in ihrem Innern aber schon eine Anzahl glänzender Otolithenkrystalle zeigt. Die halbkreisförmigen Canäle sind noch nicht differencirt.

231. Der Innenwand des Ohrsackes haben sich zwei Anhäufungen von Nervenzellen angeheftet. Die vordere, parallel mit der Spitze der Chorda gerichtet und vorne darüber hinausreichend, ist die erste Andeutung des Ganglion Gasseri; die andere liegt zur Seite der ersten Muskelmasse und ihrer Verbindung mit der zweiten; sie wird zum Ganglion des Nervus glossopharyngeus. Hinter diesen Gebilden und parallel mit der zweiten Muskelmasse liegt ein kleiner Ballen von Gewebe, aus welchem sich später die Thymusdrüse entwickelt. An der Basis des Craniums findet sich hinten noch keine Spur von Knorpel.

232. Die Trabeculae sind deutlich ausgebildet, wenn auch im Verhältniss zur Chorda dorsalis sehr klein. Auf dieser Stufe sind sie noch nicht knorpelig, sondern bestehen aus sehr dichtem körnigem Gewebe. Sie umfassen innig das vordere Ende der Chorda von beiden Seiten, fliessen aber jenseits ihrer Spitze nicht zusammen. Vor der Chorda divergiren die Trabeculae in halbmondförmiger Krümmung nach aussen und vorn. Jede Trabecula stellt so das laterale Drittel eines Kreises dar, dessen vorderes (queres) Drittel fehlt. Innerhalb dieses Kreises und über demselben liegen nicht blos der Pituitarkörper und das Infundibulum, welche viel kleiner sind als im vorhergehenden Stadium, sondern auch der Basaltheil der ersten Gehirnblase. So stehen also die Trabeculae in primärer Beziehung zu den Seiten und der Basis des Vorderhirns.

233. Die Visceralbogen sind bereits verknorpelt, wenn auch noch sehr zart; sie hängen unten in der Mittellinie von beiden Seiten her sämmtlich zusammen, mit Ausnahme des Mandibularbogens; aber die mediane sie verbindende Substanz ist bis jetzt noch kein wahrer Knorpel. In diesem und selbst noch in mehreren spätern Stadien findet sich kein Knorpel in dem Maxillopalatinfortsatz.

234. Der Mandibularbogen besteht jederseits aus zwei Stücken, einem obern breiten und dreiseitigen, welches der lateralen Fläche des Gesichtes zwischen Auge und Ohr aufliegt, und einer untern S-förmigen Spange, der Axe des Unterkiefers. Der obere Abschnitt oder das Suspensorium besteht auf diesem Stadium noch nicht aus Knorpel, sondern wird gleich den Trabeculae aus etwas soliderem noch indifferentem Gewebe gebildet. Die Spitze dieses Segments wächst dem vordern Drittel des entsprechenden Trabecularstreifens entgegen, bleibt aber noch in ziemlicher Entfernung von demselben und auf etwas höherem Niveau stehen. Das vordere Ende des Ganglion Gasseri liegt zwischen dem Hinterrand des Suspensoriums und der vordern innern Fläche des Ohrsackes eingekeilt.

235. Der S-förmige Unterkiefer- oder Meckel'sche Knorpel breitet sich an seinem obern Ende aus und besitzt entsprechend der vordern äussern Ecke des dreihörnigen Suspensoriums eine schief abgeschnittene Fläche. Die distalen Enden der beiderseitigen Meckel'schen Knorpel bleiben am Kinn durch eine ziemlich grosse Lücke getrennt; sie liegen über und hinter der Unterlippe. Der innern Fläche eines jeden dieser Knorpel ist in der Mitte eine ovale Masse grosser kugelförmiger Zellen angelagert. Dieselben stellen das Stroma dar, welches sich in wenigen Tagen zum Splenialknochen mit seinen Zähnen entwickeln wird.

236. Die dahinter folgenden Bogen, fünf an Zahl, sind in ihren Umrissen nicht deutlich von einander gesondert. In der Mittellinie werden sie durch körniges Gewebe fest mit einander verbunden. Der Hyoidbogen ist kürzer als der erste Kiemenbogen und reicht nicht so hoch hinauf, die Kiemenbogen nehmen von vorn nach hinten ab und jeder erstreckt sich seitlich höher hinauf als sein Nachfolger. Der Hyoidbogen ist halbmondförmig und nach vorn hin convex, die Kiemenbogen und ganz besonders die ersten drei verschiedentlich gekrümmt. Jeder Kiemenbogen, mit Ausnahme des letzten, trägt eine dreilappige Kieme.

237. Die hier beschriebenen Skeletelemente bestehen also aus den Trabeculae, paarigen Mandibularbogen, von denen sich jeder in zwei Stücke gliedert, und einfachen Hyoid- und (vier) Kiemenbogen. Ganz besonders bemerkenswerth sind die Beziehungen der Trabeculae zum Vorderende der Chorda dorsalis und zu den Seiten und dem Boden des Vorderhirnes und ausserdem noch die Lage des Unterkiefersuspensoriums in Bezug auf die Trabeculae. Das Auftreten von Muskelsegmenten im Boden des Hinterhirnes ist von grossem Interesse.

Drittes Stadium: Axolotllarve von fünf bis fünfeinhalb Linien Länge.

238. Der Kopf hat die fertige Gestalt des Perennibranchiaten bekommen, ist breit und flach; die Hirnblasen liegen nahezu in derselben Ebene und sind von aussen nur undeutlich zu unterscheiden. Der Mund ist weit und klaffend, indem der Unterkiefer bedeutend an Länge zugenommen hat, so dass er vorn über den obern Theil des Kopfes hinausragt. Die Sinnesorgane schreiten sehr rasch ihrer Vollendung entgegen. Durch das Hervorwachsen seitlicher basaler Filamente gehen die Kiemen aus ihrer dreilappigen in eine federförmige Gestalt über.

239. Der hintere Theil des cranialen Chorda-Abschnittes ist immer noch nicht von Knorpel eingeschlossen, die Muskelsegmente aber (Fig. 23, *m. s*) haben sich vollkommen ausgebildet und sind in Function getreten, nachdem das vordere Paar an den hintern zugespitzten Enden der Trabeculae Befestigung gefunden hat. Die Ohrkapseln zeigen eine elegante, eiförmige Gestalt und sind im Boden und der äussern Fläche knorpelig geworden. Das Dach ist noch unverknorpelt und die halbkreisförmigen Canäle noch nicht genügend entwickelt, um auf die äussere Gestalt der Ohrmasse verändernden Einfluss zu haben.

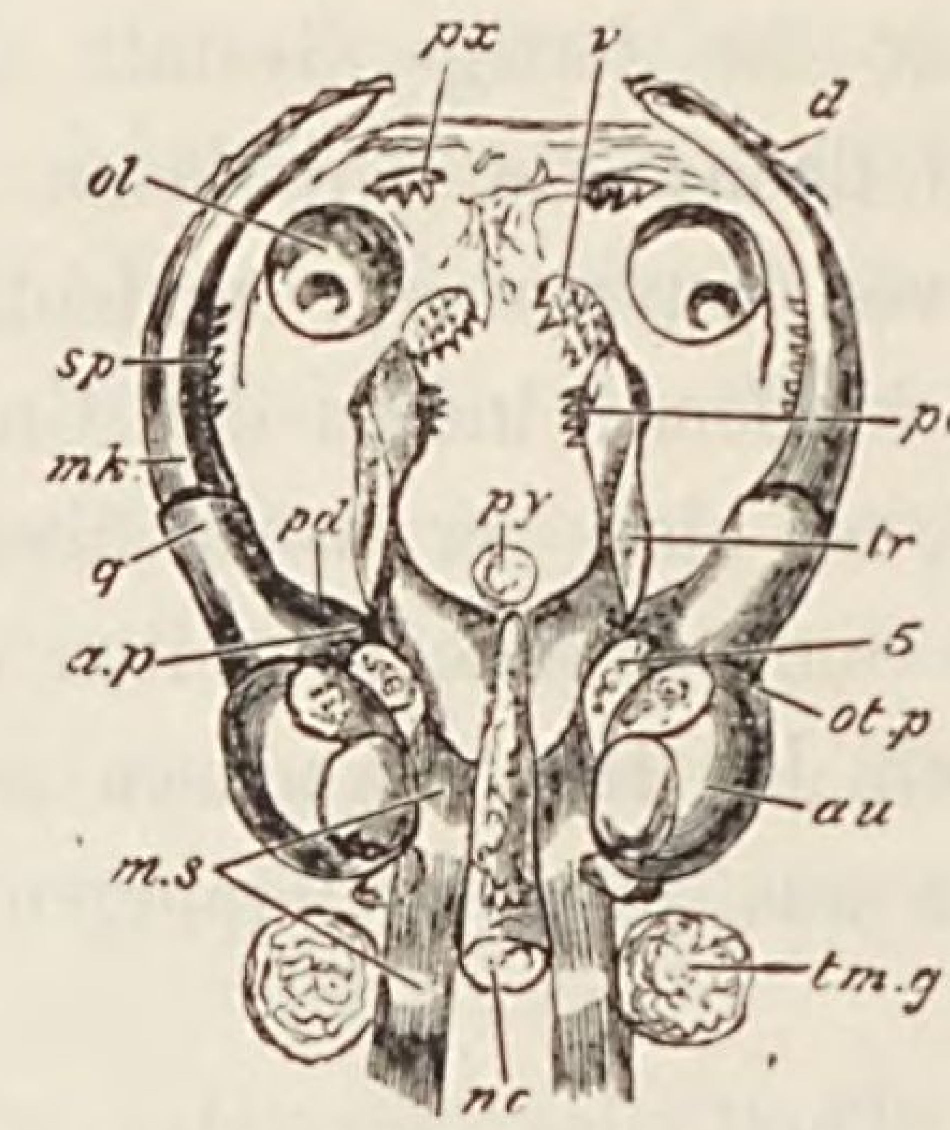
240. Die Trabeculae *(tr)* sind verknorpelt und sehr bedeutend entwickelt. Man kann an ihnen zwei Abschnitte unterscheiden: einen vordern praechordalen, welcher im rechten Winkel zum parachordalen steht. Der parachordale Abschnitt ist dick, aber abgeflacht und nach hinten zur Seite der Chorda dorsalis, der Scheide derselben dicht anliegend, zu einer Spitze ausgewachsen. Das hintere Ende dieses trabecularen Ausläufers lässt sich durch eine Linie feststellen, welche die Mitten der beiden Ohrmassen mit einander verbindet und durch die Mitte der vordern Muskelsegmente und des cranialen Chorda-Abschnittes hindurch geht. Die Trabeculae stossen vor der Spitze der Chorda nicht zusammen.

241. Der vordere Abschnitt jeder Trabecula stellt sich von unten gesehen als ein rundlicher Stab dar, der gerade nach vorne verläuft, aber etwas nach innen gebogen ist. Diejenigen der rechten und der linken Seite bleiben vorne ziemlich weit von einander getrennt durch eine Lücke, welche ungefähr der Länge des praechordalen Abschnittes gleich ist. Demgemäss stellen die Trabeculae zusammen drei Seiten einer

Bayerische Staatsbibliothek München

ziemlich quadratischen Fläche dar, an welcher die vierte (vordere) Seite fehlt.

Fig. 23.



Larve des Axolotl von ungefähr fünf Linien Länge, nach Abtragung der obern Theile.

nc Chorda dorsalis; *py* Pituitarkörper; *ms* Muskelsegmente; *tm.g* Thymusdrüse; *au* Ohrkapsel; *tr* Trabecula, zur Seite der Chorda nach hinten sich erstreckend (die Linie weist auf die Mitte des Trabecularkammes hin); *ol* Nasensack; *5* Ganglion Gasseri; *mk* Meckel'scher Knorpel; *q* Quadratum-Ende, *a.p* aufsteigender Fortsatz, *ot.p* Ohrfortsatz des Suspensoriums; *pd* dessen Pediculus, welcher auf tieferem Niveau liegt als *a.p*.

Knochen: *pa* Palatinum; *v* Vomer; *px* Praemaxillare; *d* Dentale; *sp* Spleniale.

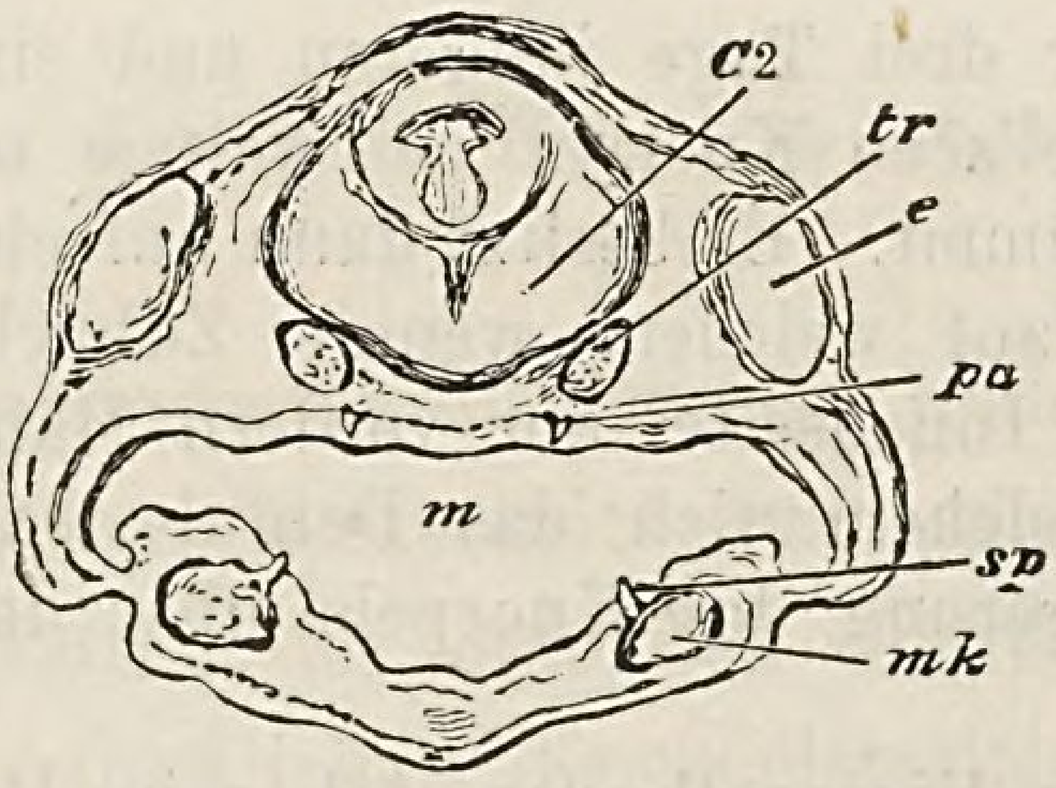
242. Betrachtet man die Trabeculae von oben, so bemerkt man einen dicken Kamm, welcher beiderseits von den hintern drei Viertheilen des praechordalen Abschnittes emporgewachsen ist. Derselbe ist der Spitze der Chorda gegenüber am höchsten und fällt dann hinten plötzlich ab. Die Höhe des Kammes ist ungefähr gleich der Entfernung zwischen ihm und der Chorda. Er ist nach innen schwach concav und an der äussern Fläche wellenförmig convex, und zwar beruht die wellenförmige Krümmung auf dem Umstande, dass der Schläfenmuskel seinen Ursprung von einer Vertiefung auf demselben hinter dem Auge nimmt. Der Muskel verläuft nach unten, aussen und vorn, um am proximalen Abschnitt des Unterkiefers Befestigung zu finden.

243. Der Mandibularbogen ist nun in seinen beiden Abschnitten vollständig verknorpelt. Der Knorpel des Suspensoriums, oben breit, unten schmäler und mehr abgerundet, hat sich im Vergleich zu den Trabeculae nach hinten gezogen. Sein oberes Ende wächst gegen den Trabecularkamm hin, parallel mit der Spitze der Chorda dorsalis, aber es bleibt immer noch ein Zwischenraum zwischen ihnen. Der hintere

äussere Theil des Suspensoriums zieht sich noch hinter dieser Spitze aus, er ist concav und legt sich an die convexe vordere äussere Fläche des Ohrknorpels an. Dies ist der Ohrfortsatz *(ot.p)*, welcher später so grosse Bedeutung erlangt. Der distale Theil des Suspensoriums wendet sich nach vorn und ein wenig nach aussen und reicht bis zur Mitte der praechordalen Spangen. Der Gelenkhöcker stellt eine schwache einfache Convexität dar, welche in eine entsprechende Concavität am proximalen Ende des Meckel'schen Stabes hineinpasst *(mk)*. Der letztere ist schwach gekrümmt, spitzt sich nach vorn allmählich zu und endigt in geringer Entfernung von seinem Genossen der andern Seite in dem vorspringenden Kinn.

244. Im Munde sind mehrere Paare zahntragender Knochenkerne aufgetreten, welche parostotisch in bestimmten Lagebeziehungen zu den Knorpelstreifen entstehen. Die vordersten derselben liegen über und hinter der Oberlippe und ein wenig vor den Nasensäcken an deren Innenseite. Dies sind die Rudimente der Praemaxillaria *(px)*, von denen jedes zwei Zähnchen trägt. Die Nasensäcke erhalten soeben ihre Durchbohrung, um sich in das Dach der Mundhöhle zu öffnen.

Fig. 24.



Larve des Axolotl von ungefähr fünf Linien Länge. Verticaler Querschnitt des Kopfes, durch die Augäpfel geführt.

C^2 Mittelhirn; *tr* Trabecula; *e* Augapfel; *pa* Palatinzahn; *m* Mund; *mk* Meckel'scher Knorpel; *sp* Splenialzahn.

245. Hinter und innerhalb der Nasensäcke und unmittelbar vor dem Vorderende der Trabeculae liegt ein anderes Paar von Knochenplättchen und noch weiter hinten hängt an der Unterfläche der abgerundeten Enden der Trabeculae ein drittes Paar. Diese kleinen Plättchen tragen eine Anzahl stacheliger Zähnchen, welche ausserordentlich jener Gruppe von Zähnchen gleichen, die man an den innern Kanten der Kiemenbogen bei den Knochenfischen findet und die ihren

Reusenapparat bilden. Das vordere Paar dieser Plättchen stellt die Rudimente der Vomerknochen *(v)*, das hintere diejenigen der Palatina *(pa)* dar.

Dieses Stadium zeigt die Vomerknochen in ihrer interessanten normalen Lagebeziehung zu den primären untern Nasenlöchern. Jede dieser Öffnungen trägt nämlich unmittelbar an ihrer innern Grenze einen Vomer.

246. Der Unterkiefer besitzt bereits zwei zarte, zähnetragende Knochenlamellen auf jedem Aste. Die vorderste derselben, das Dentale *(d)*, liegt auf der Aussenseite der distalen Hälfte des Meckel'schen Knorpels und springt sogar noch etwas über denselben hinaus gegen die Mittellinie am Kinn vor. Die Mitte der Innenfläche des Knorpels wird von einer kürzeren und breiteren Knochenplatte bedeckt, welche bürstenartig angeordnete Zähnchen trägt und dem Vomer und Palatinum sehr ähnlich ist; dies ist das Spleniale *(sp)*.

Dieses zähnetragende Spleniale, das sehr früh in der Entwickelung auftritt, ist für die Urodelen charakteristisch; die Anuren haben, wenigstens in der Regel, kein Spleniale. Bei diesem winzigen Axolotl von fünf und einer halben Linie Länge, der seit ungefähr einer Woche das Ei verlassen hat, finden wir nicht weniger als zehn einzeln unterscheidbare Knochen in Beziehung zur Mundhöhle.

Bei um zwei oder drei Tage jüngeren und eine halbe Linie kürzeren Axolotln ist der Meckel'sche Knorpel bei weitem noch nicht so lang und vorne nach unten gekrümmt. Er besitzt dann nur eine einzige zahntragende Platte, das Spleniale, auf welchem wenige Zähnchen sitzen, aber dieses Spleniale liegt an der Innenseite der vordern Hälfte des Knorpels. Der Abschnitt also, auf welchem sich das Dentale bald nachher entwickelt, entsteht durch Verlängerung des Knorpels über das Spleniale hinaus.

247. Die hintern Visceralbogen stehen im Begriff, sich zu gliedern. Eine Ausbildung des obern Abschnittes des Hyoidbogens zu einem Gegenstück des Suspensoriumsabschnitts des Mandibularbogens ist nicht eingetreten, aber vom distalen oder ventralen Ende desselben hat sich ein kurzes Segment abgegliedert; es ist dies das Hypohyale, während der Haupttheil des Streifens das Ceratohyale darstellt. Das abgerundete obere Ende des letzteren articulirt mit ausgehöhlter Fläche am Hinterrande des untern Abschnittes des Suspensoriums, es erstreckt sich aber nicht weiter als bis zur Ohrkapsel hinauf.

Dies ist das constante Verhältniss der beiden Bogen bei den Larven aller Amphibien, die gleichfalls kein oberes Zungenbeinbogenstück in ihrem Larvenzustand besitzen, welches dem Hyomandibulare der Fische entspräche.

248. Die beiden grossen vordern Kiemenbogen gliedern sich, ein jeder in zwei Stücke, von denen das obere doppelt so gross ist wie das untere. Das erstere ist das Epibranchialstück (über welchem sich kein Pharyngobranchiale findet), das letztere ist das Ceratobranchiale (ohne Hypobranchiale darunter). Der dritte und der vierte Kiemenbogen sind einfach und die medianen unpaarigen Elemente haben sich noch nicht entwickelt.

249. Auf diesem Stadium bleiben die Trabeculae nebst den theilweise verknorpelten Ohrkapseln die einzigen knorpeligen Elemente des Schädels. Die Trabeculae besitzen einen besondern parachordalen Abschnitt und entsenden vor den Ohrmassen laterale Kämme nach oben, welche eine rudimentäre Sphenoidalwand darstellen. Das Unterkiefersuspensorium ist dem hintern Theil dieser Wand und dem Ohrknorpel angelagert. Der Hyoid- und die Kiemenbogen sind gegliedert. Parostotische Knochenpunkte sind in der Mundhöhle entstanden, sämmtlich mit Zähnen bewaffnet: drei Paar davon, die Praemaxillaria, die Vomeres und die Palatina, gehören dem Gaumen, zwei Paar, die Dentalia und die Splenialia, dem Unterkiefer an. Die Zähnchen treten fast früher auf, als irgend welche Knochenablagerung in der Membran zum Vorschein kommt.

Viertes Stadium: Junger Axolotl von dreiviertel Zoll Länge.

250. Bei sehr geringen Veränderungen in der äussern Erscheinung hat sich doch ein grosser Fortschritt im Aufbau des Schädels vollzogen. Die hintere Hälfte des cranialen Chordaabschnittes wird nun jederseits von einem deutlichen Knorpelstreifen umgeben (Fig. 25, *pa. ch*). Es sind diese gebogenen Bänder vorne zugespitzt, wo sie zwischen den Ohrkapseln und der Chorda liegen; hinten werden sie breiter, indem sie sich zugleich hinter den Ampullen der hintern halbkreisförmigen Canäle nach aussen krümmen. Diese Knorpel bilden die Basis des Hinterhauptsabschnittes des Schädels, aber das Dach und die Seitenwände dieses Abschnittes bleiben immer noch membranös.

251. Die vordere Hälfte des cranialen Chordaabschnittes wird innig von den Parachordaltheilen der Trabeculae umgeben, welche sich nach hinten gegen die Parachordalstreifen des Hinterhaupts erstrecken und dieselben sogar überlagern. Die Trabeculae sind dicht vor der Chorda zusammengestossen und die Spitze der letztern wird somit

immer vollständiger vom Trabecularknorpel umhüllt. Überdies entsteht in der Spitze der Chordascheide eine deutliche Verknöcherung.

252. Die vordern Abschnitte der Trabeculae umschliessen einen im Schädelgrunde gelegenen Raum in Gestalt eines eleganten Ovals, dessen breites Ende nach hinten sieht. Vorne werden sie durch einen ziemlich breiten queren Knorpelstreifen verbunden. An dieser vordern Platte lassen sich drei Abschnitte unterscheiden: ein mittlerer internasaler *(in)* und ein Paar seitlicher Hörner *(c.tr)*, welche nach aussen laufen und sich bald ein wenig rückwärts krümmen. Der mittlere Theil springt am weitesten nach vorne vor und besitzt einen convexen Vorderrand. Die seitlichen Hörner legen sich theilweise von unten her um die vordere und innere Fläche der Nasensäcke herum. Bis jetzt ist in den Nasenwänden noch keine Verknorpelung zu entdecken. Mit der Verlängerung der Trabeculae haben auch ihre longitudinalen Kämme an Länge und Höhe zugenommen und bilden nun ganz ansehnliche seitliche Schädelwände. Unmittelbar an ihrem hintern Ende ist der aufsteigende Abschnitt des Suspensoriumknorpels *(ap)* mit dem entsprechenden Kamm nahe seiner obern Kante verwachsen.

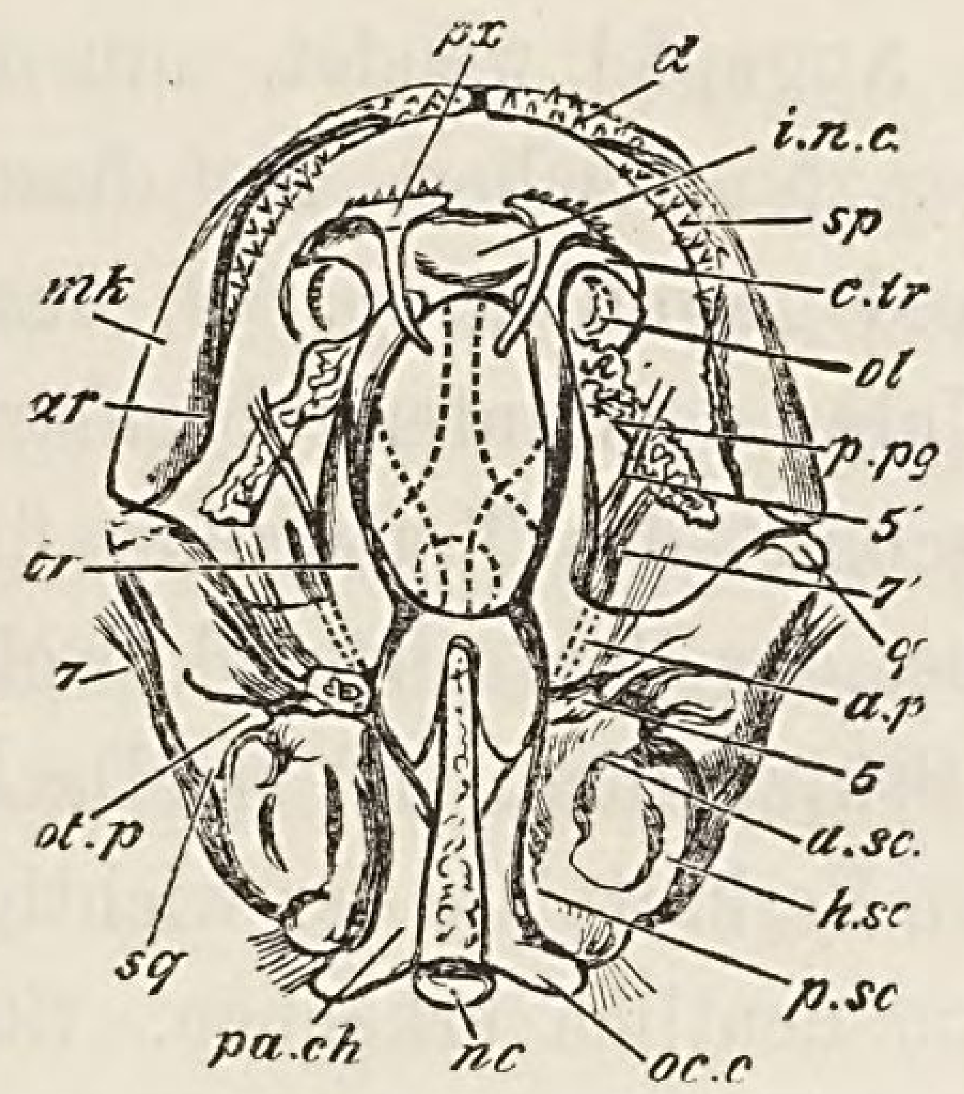
253. Die Ohrmassen erscheinen in Folge der ausserordentlich veränderten Verhältnisse des in ihnen eingeschlossenen Labyrinths und der Vorragungen der halbkreisförmigen Canäle wesentlich modificirt. Die ganze periotische Wand ist knorpelig, aber an der untern Fläche findet sich der Aussenseite nahe eine grosse halbmondförmige Spalte. Nach innen von der Spalte wird der Knorpel ausserordentlich unregelmässig und stellenweise fehlt er sogar und durch seinen hintern Theil ist ein massiver Otolith sichtbar. Diese Spalte ist die erste Andeutung der Fenestra ovalis.

254. Das Gelenkende des Suspensoriums ragt weiter nach aussen vor als im letzten Stadium. Der aufsteigende Fortsatz ist, wie wir gesehen haben, mit dem Trabecularkamm verwachsen. Der hintere äussere Ohrabschnitt hat einen gestielten Ohrfortsatz entwickelt *(ot. p)*, welcher der Wand der Ohrkapsel nach aussen von den Ampullen des vordern und des horizontalen halbkreisförmigen Canales anliegt. An der äussern Fläche des Suspensoriums ist ein dünnes Rudiment des parostotischen Squamosums *(sq)* aufgetreten.

255. Der Meckel'sche Knorpel *(mk)* ist hinten doppelt so dick als vorn, aber sein hinterstes Ende verschmälert sich zu einer abgerundeten Ecke, um den Gelenkhöcker aufzunehmen. Die beiden

Hälften des Unterkiefers haben sich einander vorne sehr genähert; das Dentale und das Spleniale zeigen bedeutend grössere Ausdehnung als früher und umfassen die vordere Hälfte des Knorpels in beträchtlichem Umfang. An der Innenfläche des hintern Abschnittes der Mandibel ist ein dünner, nicht mit Zähnen versehener Knochensplitter aufgetreten, das Rudiment des Articulare *(ar)*.

Fig. 25.



Axolotllarve von dreiviertel Zoll Länge. Obere Ansicht der Schädelbasis und des Unterkiefers, durch Abtragung blosgelegt.

nc Chorda dorsalis; *pa.ch* Parachordalknorpel; *oc.c* Hinterhauptscondylus; *tr* Trabecula (die Linie weist auf den Kamm derselben hin); *i.n.c* Internasalknorpel; *c.tr* Cornu trabeculae; *ol* Riechsäcke; *a.sc*, *h.sc*, *p.sc* vorderer, horizontaler und hinterer halbkreisförmiger Canal; *mk* Meckel'scher Knorpel; *q* Quadratcondylus; *ot.p* Ohrfortsatz; *a.p* aufsteigender Fortsatz, mit dem Trabecularkamm verschmolzen; die punktirten Linien darunter stellen den vordern Ast des Trigeminus, 5^1 dar; 8^1 vorderer Ast des Facialis; *5* Ganglion Gasseri; *7* Hauptstamm des Facialis.

Knochen: *px* Praemaxillare; *p.pg* Palatopterygoid; *sq* Squamosum; *ar* Articulare; *sp* Spleniale; *d* Dentale.

256. Im Dache der Mundhöhle findet sich nur ein neuer Knochen, aber die bisher vorhandenen sind bedeutend verändert. Die Praemaxillaria haben vorne eine breite mit zahlreichen Zähnen besetzte Basis und lange S-förmig gekrümmte Nasenfortsätze erhalten. Diese wachsen rückwärts über die Vereinigungsstelle der Internasalplatte mit den beiden Hörnern hinweg und dehnen sich eine Strecke weit über dem Frontalabschnitt des Schädels aus[2]. Sie überdecken die vordern Enden eines Paares häutiger Knochen, der Frontalia *(f)* im vordern

[2] Dies Verhältniss ist genau demjenigen derselben Fortsätze bei den Vögeln ähnlich.

Theile des Schädeldaches und diese ihrerseits legen sich über ein ähnliches, hinter ihnen liegendes Knochenpaar, die Parietalia (Fig. 27, *p*) hinweg.

257. Die Vomerknochen haben an Grösse zugenommen und sind nun durch einen geringeren Zwischenraum von den Palatina entfernt. Die letztern besitzen breite, nach aussen sich erstreckende zahntragende Platten und von jeder ihrer hintern äussern Ecken springt ein langer, abgeflachter, eingekerbter Stiel hervor, der sich etwas nach hinten und unten unter den Augapfel wendet, um das Suspensorium kurz hinter dem Gelenkhöcker zu erreichen. Auf diese Weise ist der Knochen zu einem Palatopterygoid geworden *(p.pg)*, dessen neuer Abschnitt das Pterygoid darstellt. Unter dem intertrabecularen Raum und dem hintern parachordalen Abschnitt der Trabeculae findet sich eine mediane lanzettförmige Parostose, das Parasphenoid, welches einem erheblichen Theil des Schädels zur Stütze dient und im Dache der Mundhöhle liegt.

258. Die primären Verhältnisse der wichtigsten Kopfnerven lassen sich auf diesem Stadium deutlich erkennen. Statt der grossen vordern Ganglienmasse, die wir früher beschrieben haben (§ 231, S. 94), finden sich nun am vordern Ende der Ohrkapsel in Berührung mit dem hintern Rande des Trabecularkammes zwei Ganglien. Das erste, das Ganglion Gasseri *(5)*, gibt drei Äste ab, welche den Trigeminus darstellen. Der orbitonasale Ast (R a m u s o p h t h a l m i c u s) verläuft unterhalb des aufsteigenden Fortsatzes des Suspensoriums nach vorne. Die andern beiden gehen weiter unten ü b e r denselben Fortsatz hinweg, indem sie bei ihrem Verlauf nach aussen und vorn schwach von einander divergiren.

259. Unterhalb des Ganglion Gasseri liegt, von der Unterseite des Schädels aus sehr wohl sichtbar, das Ganglion des Nervus facialis *(7)*; die beiden Hauptnervenstämme, welche von ihm ausgehen, sind erstens der vordere oder der N e r v u s V i d i a n u s, welcher unter dem aufsteigenden Fortsatz nach unten und ein wenig nach aussen vom Ramus orbitonasalis vorwärts läuft, zweitens der Facialis, erst nach aussen und hinten und dann nach vorn gewendet, wobei er die Ohrkapsel umgreift und unten den Ohrfortsatz des Suspensoriums kreuzt. An der medianen Seite der Ohrkapsel liegt hinten zwischen die Parachordalstücke des Hinterhaupts und den periotischen Knorpel eingekeilt das Ganglion des Glossopharyngeus, und der Vagus tritt unmittelbar hinter demselben aus. Der Gehörnerv dringt hinter dem Facialisganglion in

seine Kapsel ein. Der Sehnerv durchbohrt den Trabecularkamm nahe seiner Mitte. Der Riechschenkel endlich läuft über den vordern Abschnitt der Trabecula hinweg, wo dieselbe das laterale Horn abgibt.

260. Dieses Stadium kennzeichnet sich im Chondrocranium durch die Ausbildung der eigentlichen occipitalen Parachordalstreifen, durch die vollkommene Verknorpelung der Ohrkapseln und die Bildung der Fenestra ovalis, sowie durch die vordere und hintere Vereinigung der beiderseitigen Trabeculae. Die Internasalplatte und die Trabecularhörner treten deutlich hervor. Das Unterkiefersuspensorium ist vermittelst seines aufsteigenden Fortsatzes mit der Sphenoidalwand des Schädels verwachsen und besitzt ausserdem einen besondern Ohrfortsatz. Von grossem Interesse ist die Verknöcherung in der Spitze der Chordascheide. Andere neue Knochengebilde (Parostosen) sind das Parasphenoid, die Parietalia, Frontalia, Squamosa und Articularia, die Nasenfortsätze der Praemaxillaria und die Pterygoidabschnitte der Palatopterygoidea.

Fünftes Stadium: Junge Axolotl von $1^1/_4$, $2^1/_4$ und $3^1/_4$ Zoll Länge.

(Dieselben werden mit *A*, *B* und *C* bezeichnet werden.)

261. In der folgenden Darstellung sind um der Kürze willen die in drei verschiedenen Wachsthumsperioden gemachten Beobachtungen combinirt worden. Die zu beschreibenden Veränderungen nehmen mehrere Monate in Anspruch und sind von grosser Wichtigkeit. Die bemerkenswerthesten Erscheinungen sind das Wachsthum und die Geradestreckung der Trabeculae, die Ausbildung des Stapes, das Auftreten einer Reihe von Palatopterygoidknorpeln und die Zweitheilung des Palatopterygoidknochens.

262. Die von den Trabeculae vor der Spitze der Chorda gebildete knorpelige Spitze nimmt erheblich zu und der Knorpel schlägt sich allmählich oben und unten über die Chorda weg, so dass dieselbe beinah ganz umschlossen wird. Die vordere Hälfte des cranialen Chordaabschnittes wird durch das Wachsthum der im letzten Stadium (§ 251, S. 104) beschriebenen Knochenmasse an ihrer Spitze (Fig. 26, *C. st*) umgeben.

263. Die Parachordalabschnitte der Trabeculae verschmelzen vollständig mit dem Parachordalstreifen des Hinterhaupts und der ganze auf solche Weise entstandene Basilarknorpel verwächst mit den periotischen

Kapseln. Die Hinterhauptscondylen bilden sich bei *A* unmittelbar nach aussen von der Chorda. Seitliche Occipitalwände entstehen vom hintern Abschnitt des Basilarknorpels aus, wobei sie jedoch mit den Ohrkapseln in unmittelbarem Zusammenhang sind und sich nur eine Strecke weit über dieselben hinaus nach hinten erstrecken. Sie krümmen sich oben nach einwärts und sind bei *B* verwachsen, um ein Hinterhauptsdach zu bilden (Fig. 27, *so*). In demselben Stadium entwickelt sich rings um das Austrittsloch des Glossopharyngeus und des Vagus ein kleines Knochenplättchen (Fig. 26, *e.o*). Etwas später wächst dieser Exoccipitalknochen in die Basis des Condylus hinein, welcher an Grösse zugenommen hat und kurz gestielt erscheint.

264. Die Trabeculae verlängern sich ganz bedeutend, so dass sie die übrigen Schädelgebilde im Wachsthum überflügeln. Auf solche Weise erhält der intertrabeculare Raum die Gestalt eines Parallelogramms mit abgerundeten Ecken. Der Trabecularkamm oder die Sphenoidalwand steht hinten über das Ganglion Gasseri hinweg mit dem periotischen Knorpel in unmittelbarer Verbindung; vorne erstreckt er sich bis in die Nasengegend. Ein Querschnitt durch irgend einen Theil, in welchem dieser Kamm getroffen wird, lässt einen aufrecht stehenden Halbmond mit nach aussen gewendeter Convexität erkennen; ein besonderer basaler Theil ist nicht vorhanden. Die Basis der Trabecula entwickelt sich nicht über ihren ursprünglichen Zustand hinaus und wird in Folge dessen durch das stärkere Wachsthum der übrigen Theile zu einem ganz unbedeutenden Gebilde. So besitzt denn das Cranium ein in sehr bedeutendem Umfange membranöses Dach und eine eben solche Basis, während seine Seitenwände vollständig knorpelig sind.

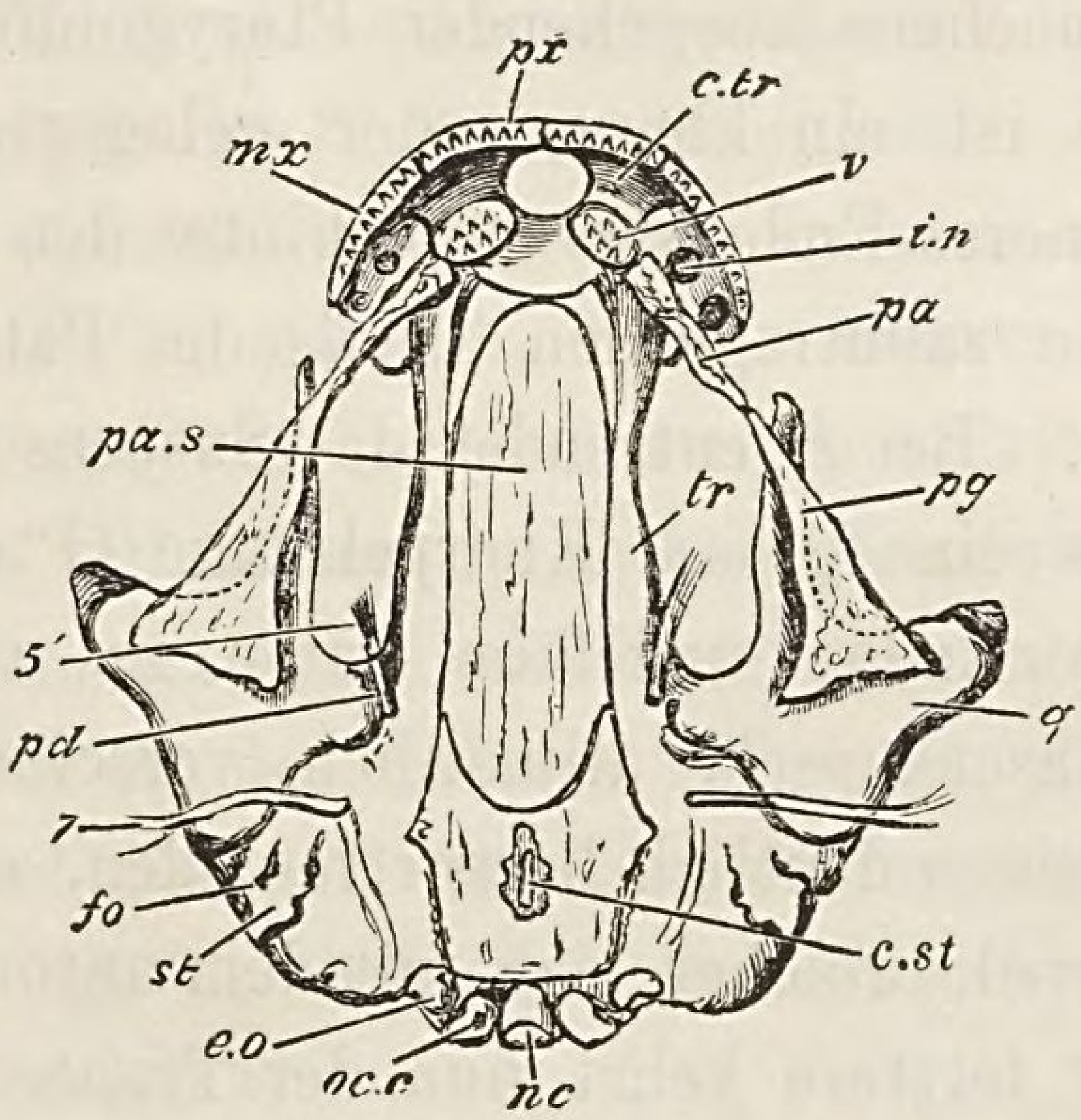
265. Statt der Internasalplatte, welche nur wenig über die seitlichen Hörner der Trabeculae hinaus vorspringt, wachsen diese letzteren zu ansehnlichen fächerförmigen Lappen aus *(C.tr)*, welche dadurch, dass sie sich nach der Mittellinie einander wieder nähern, drei Viertheile eines vor der Internasalplatte gelegenen kreisförmigen Raumes umgrenzen. Dieser Kreis wird im Stadium *B* durch die Praemaxillaria (Fig. 26, *px*) vervollständigt, welche in die Quere wachsen und mit einander zusammenstossen.

266. In der Nasengegend tritt ein neues Gebilde auf. Der Nasensack erhält seinen Boden vorne durch die Trabecularhörner, sein Dach aber wird oben und hinten durch einen besondern halbmondförmigen

Knorpel (Fig. 27, *ol*) gebildet. Die obere Nasenöffnung liegt in der Concavität dieses Nasenknorpels, wird aber noch durch Membranfalten verengert. Bei *C* sind die Trabecularhörner stark gewachsen und die Kapselknorpeln haben sich an ihrem vordern und untern Rande mit ihnen vereinigt, während der hintere Theil frei geblieben ist.

267. Bei *B* liegt die Spalte, welche später die Fenestra ovalis in der periotischen Kapsel darstellen soll, weiter nach der Seite als in frühern Stadien und der oben schon beschriebene unregelmässig gestaltete Knorpel an ihrem vordern innern Rande hat sich zu einer breiten dünnen Lamelle ausgebildet, welche eine Art Lid über die Fenestra darstellt. Diese Lamelle hängt vorn und aussen durch einen breiten Isthmus mit dem allgemeinen periotischen Knorpel zusammen, fängt aber bereits an, sich abzugliedern (Fig. 26, *st*). Bei *C* ist die-

Fig. 26.



Junger Axolotl, $2^1/_4$ Zoll lang. Untere Ansicht des zerlegten Schädels, nachdem der Unterkiefer und die Kiemenbogen abgetragen worden sind.

nc Chorda dorsalis; *oc.c* Hinterhauptscondylus; *fo* Fenestra ovalis; *st* Stapes; tr Trabecularknorpel; *i.n* innere Nasenlöcher; *c.tr.* Cornu trabeculae; *pd* Pediculus des Suspensoriums; *q* Quadratabschnitt; unter *pg* Umriss des Pterygoidknorpels; 5^1 R. orbitonasalis; *7* Facialis.

Knochen: *pa.s* Parasphenoid; *c.st* Cephalostylus; ein Theil des Parasphenoids ist entfernt worden, um denselben sichtbar zu machen; *e.o* Exoccipitale; *v* Vomer; *px* Praemaxillare; *mx* Maxillare; *pa* Palatinum; *pg* Pterygoid.

selbe vollkommen selbständig geworden, als **Stapes** von lanzettförmiger Gestalt mit nach hinten gewendeter Spitze. Von seiner äussern Oberfläche geht ein fibröses Band ab, um an der hintern und

untern Fläche des Ohrfortsatzes des Suspensoriums Befestigung zu finden. Dies ist das Suspensorio-stapedialligament.

268. Das Quadratende des Suspensoriums *(q)* erhält allmählich eine immer weiter nach aussen gerichtete Stellung, wodurch der Mund breiter wird. Der aufsteigende Fortsatz bleibt mit der Schädelwand verwachsen und ein tiefer liegender Fortsatz in derselben Gegend, der Pediculus (Fig. 26, *pd*), grenzt sich als rundliche Knospe ab, welche mit dem vordern innern Rand der Ohrkapsel articulirt. Über der Gelenkfläche für den Unterkiefer entsteht im Suspensorium eine ansehnliche Knochenmasse, welche das Quadratum bildet.

Es ist wohl bemerkenswerth, dass dieser Knochen sowie das Exoccipitale, obwohl sie ursprünglich als Ektostosen entstehen, doch die tiefern Knochenschichten rasch umwandeln und ganz wie echte Endostosen erscheinen.

269. Im Stadium *A* findet sich noch kein vom vordern Rande des Suspensoriumknochens ausgehender Pterygoidfortsatz, in der Antorbitalgegend aber ist ein kleiner quer gelagerter Knochenstab aufgetreten, dessen inneres Ende sich kurz hinter den innern Nasenlöchern oberhalb des breiten zahntragenden Theils des Palatinknochens an der Trabecula befestigt. Bei *B* entsendet das Suspensorium von der Mitte seines Vorderrandes eine grosse Knorpelzunge (Pterygoidknorpel), die sich bis zu ihrem Ende, ungefähr halbwegs zwischen ihrem Ursprung und der Nasenkapsel, allmählich verschmälert. Vor diesem Gebilde finden wir einen deutlich hervortretenden, obwohl viel kleineren (Postpalatin-) Knorpel, welcher sich mit dem antorbitalen Stab zu verbinden strebt. Der letztere kehrt nun der Trabecula eine breite Basis zu, während er sich nach aussen und vorn verlaufend zuspitzt, um nahezu die hintere Ecke des Maxillare zu erreichen. Bei *C* ist der kleine Postpalatinknorpel mit dem vordern Ende des Pterygoidfortsatzes verwachsen und zugleich durch ein kurzes Ligament am antorbitalen Knorpel befestigt.

270. Das Parasphenoid erstreckt sich bei *A* vom Hinterende der Internasalplatte bis zum Basioccipitalabschnitt. Der Spitze der Chorda gegenüber gibt es einen kleinen, eckigen, nach aussen gewendeten Basitemporalfortsatz ab. Später ist das Parasphenoid (Fig. 26, *pa. s*) breiter und länger geworden, so dass es nun der Internasalplatte von unten her in beträchtlicher Ausdehnung anliegt und hinten fast bis ans Ende des Schädels reicht. Noch später findet man die

Spitze des eingeschrumpften Schädeltheils der Chorda in einer Grube an der obern Fläche des Parasphenoids liegen und die Knochenmasse, welche die Chordaspitze umhüllte, lässt sich nicht mehr von jenem Knochen unterscheiden.

271. Der Vomer stellt in *A* und *B* ein ovales, nach vorn und innen gewendetes Plättchen dar, welches unmittelbar dem Vorderende des Parasphenoids anliegt. Bei *C* ist der Vomer in Übereinstimmung mit der bedeutend vergrösserten Breite des vordern Schädelabschnittes lang, schmal und etwas halbmondförmig geworden, mit nach hinten sehender Concavität. Er erstreckt sich von der Ausrandung am Vorderende der Internasalplatte bis zur Innenseite der innern Nasenlöcher.

272. Im Stadium *A* erscheint der Pterygoid- (hintere) Abschnitt des Palatopterygoidknochens bedeutend verlängert, wobei er zugleich hinten, wo er theilweise dem Quadratabschnitt des Suspensoriums von unten anliegt, verhältnissmässig breiter geworden ist. Bei *B* hat sich das zahntragende Palatinum *(pa)* schon beinah von dem zahnlosen Pterygoid *(pg)* abgegliedert. Sie streben sich durch eine schiefe Trennungslinie von einander zu lösen, so dass sie sich gegenseitig mit stumpfer Spitze noch überdecken. Im Stadium *C* hat sich diese Trennung vollzogen und auf der rechten Seite tritt sogar eine Lücke zwischen ihnen auf. Die Axen der beiden Knochen fallen jedoch zusammen und der Vomer setzt diese Linie mit nach innen gewendeter Biegung fort. Bei *B* ist der hintere Abschnitt des Pterygoids noch breiter geworden und bedeckt das Quadratum von unten her immer mehr. Bei *C* aber hat er sich beinah bis zum hintern Rande des Suspensoriums ausgedehnt.

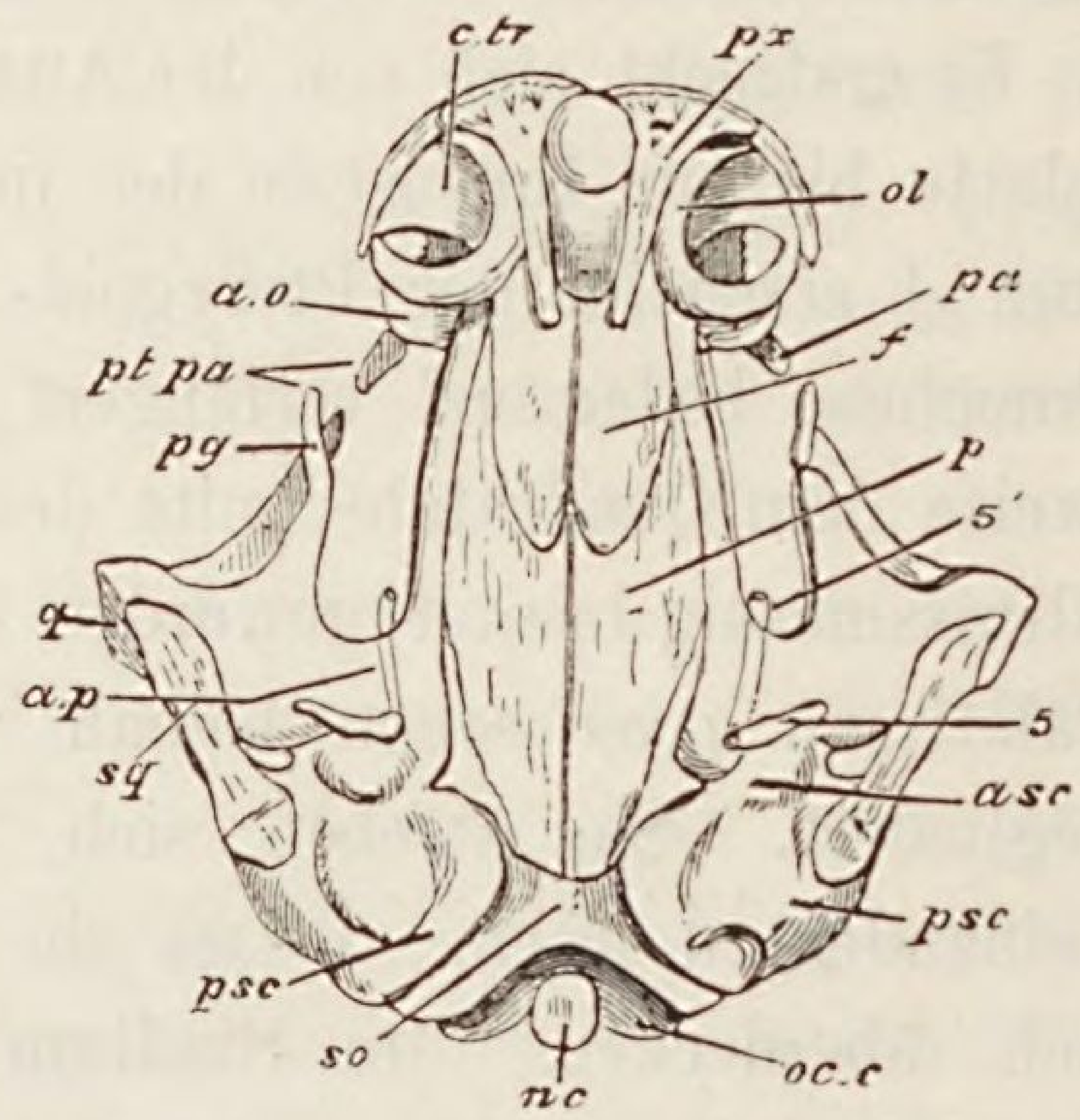
273. Bei *A* stossen die Praemaxillaria in der Mittellinie noch nicht zusammen, wohl aber bei *B*. Bei *C* sind ihre Nasenfortsätze schon recht breit geworden. Ein schwaches griffelförmiges, zähnetragendes Maxillare tritt bei *A* auf und setzt die Bogenlinie der Praemaxillaria fort, so dass die vier Knochen (zwei auf jeder Seite) nahezu einen Halbkreis bilden. Bei *C* findet man am obern Rande des Maxillare bereits eine kleine aufsteigende Platte, welche der Aussenseite der knorpeligen Nasenkapsel aufliegt. An diesen Fortsatz befestigt sich ein kleiner auf dem Nasendache ruhender Knochen, das Ektethmoid, und zwischen diesem und dem Nasenfortsatz des Praemaxillare befindet sich eine andere kleine Knochenplatte, das Nasale. Das äussere Nasenloch wird nun von vorne her durch das Praemaxillare, von aussen

und unten durch das Maxillare, von hinten durch das Ektethmoid und das Nasale und von innen durch das Nasale und den Nasenfortsatz des Praemaxillare umgrenzt. Diese Lagebeziehungen bleiben dem Wesen nach auch in den spätern Stadien bestehen.

Ein Knochen in genau derselben Lage wie das hier beschriebene Ektethmoid entsteht als Ektostose beim Lachs.

Bei Axolotl und den Urodelen im Allgemeinen scheint dieser Knochen stets eine Parostose zu sein.

Fig. 27.



Junger Axolotl, $2^1/_4$ Zoll lang. Obere Ansicht des Schädels; der Unterkiefer ist entfernt.

nc Chorda dorsalis; *oc.c* Hinterhauptscondylus; *s.o* Supraoccipitalknorpel; *a.s.c, p.s.c* vorderer und hinterer halbkreisförmiger Canal; *c.tr* Cornu trabeculae; *ol* Nasenkapselknorpel; *a.o* Antorbitalknorpel; *pt.pa* Postpalatinknorpel; *pg* Pterygoidfortsatz; *a.p* aufsteigender Fortsatz des Suspensoriums; unterhalb desselben bei 5^1 Ramus orbitonasalis; *5* hinterer Theil des Trigeminus.

Knochen: *p* Parietale; *f* Frontale; *px* Praemaxillare; *pa* Palatinum; das Pterygoid ist theilweise unter *pg* sichtbar; *q* Quadratum; *sq* Squamosum.

274. Die Frontalia (Fig. 27, *f*) und die Parietalia (*p*), beide von ziemlich gleichem Umfang, vergrössern sich fortwährend und überdecken allmählich die Schädelfontanelle, und bei *B* und *C* reichen die Parietalia nach hinten bis zum Supraoccipitalknorpel. Sie entsenden auch nach aussen einen lateralen Fortsatz, welcher die Ohrkapsel unmittelbar hinter der vordern Ampulle und dem Austritt der beiden hintern Äste des Trigeminus fest umfasst. Das Squamosum (Fig. 27, *sq*) wird oben, wo es sich über den Ohrfortsatz und den vordern äussern Theil der Ohrkapsel ausdehnt, bedeutend breiter. Unten erstreckt es sich in Gestalt einer Spitze bis nahe zum Quadratgelenk. Die Knochen

des Unterkiefers umhüllen den Meckel'schen Knorpel vollständig. Von den noch bestehenden Bogen ist bis dahin keine Veränderung von irgend welcher Wichtigkeit zu erwähnen.

275. Mit dem Abschluss dieser Reihe von Veränderungen steht das Chondrocranium ziemlich vollständig da. Wir haben die Basilarplatte, aus trabecularen und occipitalen Elementen gebildet, und die ganze occipitale Umhüllung hat sich mit den periotischen Knorpeln vereinigt. Die Schädelhöhle wird von knorpeligen Seitenwänden eingefasst, welche von den Trabeculae abstammen, während das Parasphenoid, die Frontalia und die Parietalia das Gehirn da bedecken, wo dasselbe eines verknorpelten Bodens und Daches entbehrt. Vor der Schädelhöhle findet sich eine dicke Internasalplatte mit grossen Trabecularhörnern und einem knorpeligen Nasendach. Die Ausbildung des Stapes, ursprünglich in Continuität mit dem periotischen Knorpel und erst nachträglich von demselben sich ablösend, die Entwicklung eines ansehnlichen Pterygoidfortsatzes vom Suspensoriumknorpel aus und das Auftreten von Antorbital- und Postpalatinknorpeln sind die übrigen wichtigeren Ereignisse bei der Verknorpelung. Das Exoccipitale und das Quadratum sind die einzigen Knochen, welche bis dahin den Knorpel umformen. Das Maxillare, das Ektethmoid und das Nasale sind neu aufgetretene parostotische Mittelpunkte. Von grossem Interesse sind die Umwandlungen, welche der Vomer, das Squamosum und das Palatopterygoid durchgemacht haben.

Der Schädel des ausgewachsenen Axolotl.

276. Wenn wir diese Form mit der Form *C* im letzten Stadium vergleichen, so erscheinen die Veränderungen, welche eingetreten sind, im Ganzen einfach, indem sie im Wesentlichen in der Zufügung von Knorpelknochen und in Veränderungen der relativen Grösse der einzelnen Theile während der allgemeinen Zunahme ihrer wirklichen Dimensionen (ungefähr um das Dreifache) bestehen. So hat die praecraniale Region mit Einschluss der internasalen Platte, der nasalen Kapsel und der Trabecularhörner um das Doppelte ihrer früheren relativen Grösse zugenommen, während die Ohrkapseln im Verhältniss dazu nicht viel mehr als halb so gross sind, und dasselbe gilt vom Basilarknorpel. Der letztere nimmt jetzt ungefähr nur ein Sechstheil des ganzen Schädels ein, während die Parachordalknorpel im vierten Stadium

(§. 250) die Hälfte seiner Länge betrugen. Die neuen Knochen, die sich entwickelt haben, sind: das Sphenethmoid, das Prooticum, das Pteroticum und der Stapes: Alles paarige Knochen.

277. Der Schädelknorpel und seine Knochen sollen nun im Einzelnen beschrieben werden. Das Chondrocranium als Ganzes lässt sich charakterisiren als eine verlängerte abgeflachte Kapsel, an welcher freilich unten in der Mitte und in beträchtlicher Ausdehnung seiner Länge auch oben die Masse fehlt. Vorn trägt sie eine viel breitere flache nasale Ausbreitung, während hinten ihre Breite durch die verhältnissmässig kleinen Ohrsäcke vergrössert wird, denen die ausgestreckten, nach vorn gerichteten Suspensoria des Unterkiefers fest angeheftet sind. Ein Streifen zu jeder Seite erstreckt sich parallel der axialen Kapsel von der Vorderseite des Suspensoriums nach dem hinteren Abschnitte der nasalen Ausbreitung.

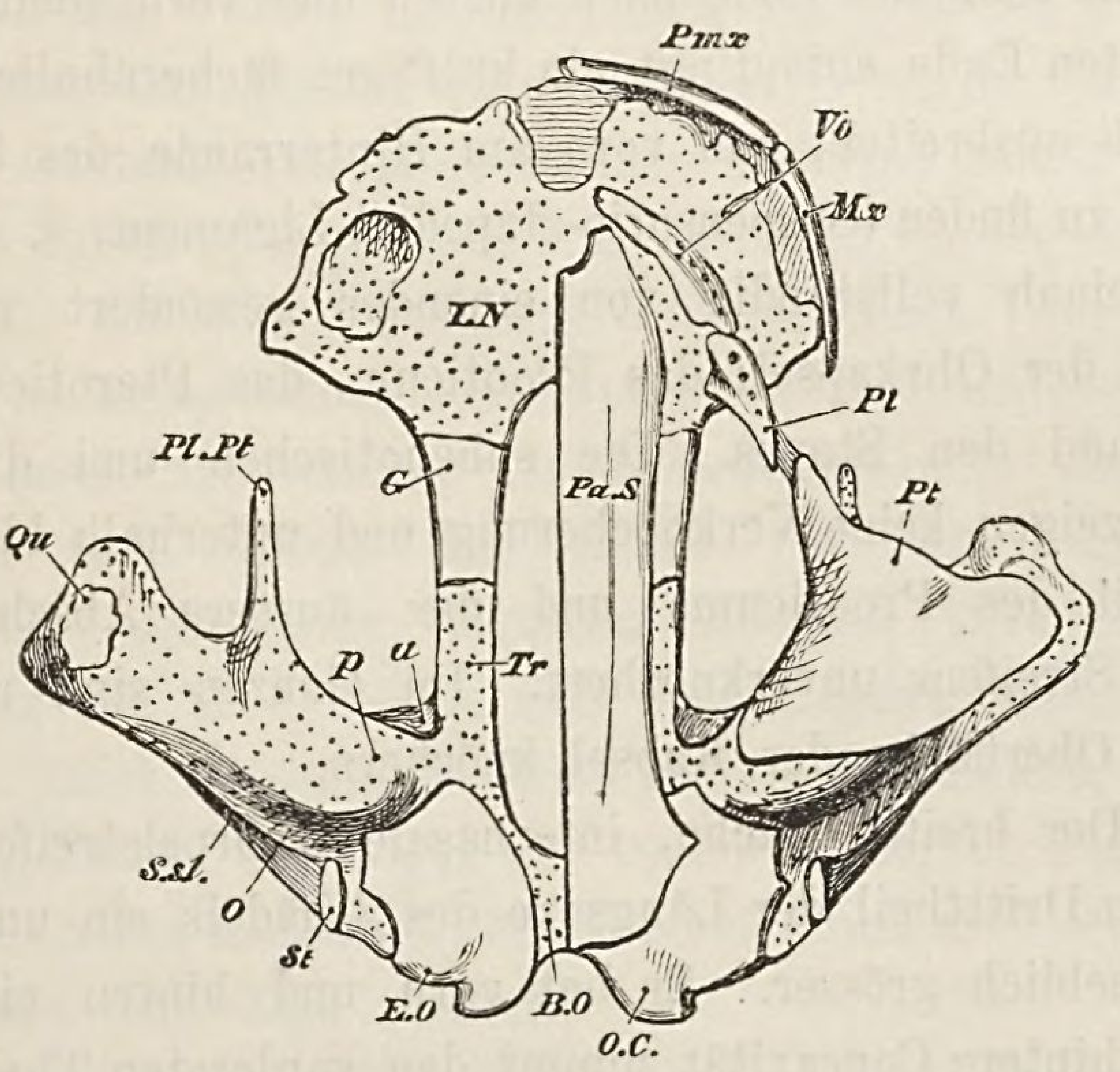
278. Die Chorda dorsalis ist bei einer blos äusserlichen Untersuchung der knorpeligen Basilarplatte nicht sichtbar. Die Grube für ihre Aufnahme an der Oberfläche des Parasphenoids ist verschwunden und das letztere lässt sich rein vom Knorpel abheben. Die Basilarplatte besteht während ihres Verlaufes nach der praechordalen Region aus festerem und massiverem Knorpel und steht mit den Schädelwänden zu beiden Seiten in Zusammenhang (Fig. 28, *Tr*). In ihrem vordern Dritttheile sind die Schädelwände in solide Knochen umgewandelt, welche sich vorn erweitern und am vorderen Ende der Schädelhöhle gleich dicken Keilen in die Seite der Internasalplatte eingezwängt sind, bis zu einem Drittel ihrer Ausdehnung; auf solche Weise erhalten wir ein Paar von Sphenethmoid-Knochen *(G)*.

279. Die vorspringenden Hinterhauptscondylen sind ziemlich nierenförmig und ihre knorpelige Gelenkfläche ist in der Hauptsache nach unten gewandt. Sie sind zum grössten Theil zu den Exoccipitalia *(E. O)* verknöchert, aber ein basioccipitaler Abschnitt von gleicher Ausdehnung wie die exoccipitalen bleibt unverknöchert. Diese Knochen nehmen die Seitenwände des hintersten Abschnittes des Schädels ein und nähern sich einander oben mehr als unten. Die schiefe Stellung des Foramen magnum ist die Ursache, dass die supraoccipitale Platte hinten einen ausgeschnittenen Rand hat; ihr vorderer Umriss ist gleichfalls nach vornhin concav. Der ganze breite Supraoccipital-Abschnitt mit Ausnahme des kleinen von den Exoccipitalia hinten eingenommenen Stücks bleibt durchaus unverknöchert, ebenso eine vorspringende Ecke

am Ohrknorpel zu beiden Seiten oberhalb der Vereinigung des vorderen und des hinteren halbkreisförmigen Canales (die Gegend des Epioticums).

280. An der untern Fläche der Ohrkapsel, median von der Fenestra ovalis, aber nicht bis an dieselbe hinreichend, liegt eine schalenähnliche Knochenplatte, das Opisthoticum, nur theilweise vom Exoccipitale getrennt, dem Haupttheil des Vestibulums von unten anliegend und sich nach hinten theilweise darüber hinaus erstreckend. Am vordern Abschnitt des Vestibulums liegt unten ein schmaler Knochenstreifen quer herüber, parallel mit der ausgehöhlten Fläche, in welche der Pediculus des Suspensoriums hineinpasst. Es ist dies ein Theil der Verknöcherung des Prooticums (Fig. 29, *pr. o*), welches von oben in grösserem Umfange sichtbar ist und sich schalenförmig auf die Wölbung der vordern Ampulle auflegt, aber auch an der vordern innern Fläche der Ohrkapsel nach unten sich erstreckt. Oben

Fig. 28.



Ausgewachsener Axolotl; untere Ansicht des Schädels, nachdem die Unterkiefer und die Bogen ebenso wie die Belegknochen auf der rechten Seite entfernt worden sind.

b.o Basilarknorpel; *tr* Trabecularknorpel, *i.n* Internasalplatte; *s.sl* Suspensorio-Stapedial-Ligament; *p* Pediculus, *a* aufsteigender Fortsatz, *o* Ohrfortsatz, *pl.pt* Pterygoidfortsatz des Suspensoriums; der antorbitale Knorpel ist nicht sichtbar.

Knochen: *e.o* Exoccipitale; *o.c* Occipitalcondylus; *pa.s* die Hälfte des Parasphenoids; *g* Sphenethmoid; *pmx* Praemaxillare; *mx* Maxillare; *vo* Vomer; *pl* Palatinum; *pt* Pterygoid; *qu* Quadratum; *st* Stapes.

wächst es längs der oberen Kante der Seitenwände des Schädels nach vorn, bis es beinahe das Sphenethmoid erreicht. Es mag dieser Theil der Alisphenoidalsporn des Prooticums genannt werden.

281. Die zusammenstossenden Ampullen des vorderen und des horizontalen halbkreisförmigen Canals bleiben theilweise vom Knochen entblösst, aber hinter dieser unbedeutenden Lücke liegt, den horizontalen Canal und den grössten Theil des Daches bedeckend, ein massiver Knochen im Knorpel, welcher dem Pteroticum des Lachses entspricht. Oben articulirt derselbe vermittelst seiner vordern innern Ecke mit dem Prooticum und hinten mit der äusseren Hälfte des Vorderrandes des Exoccipitale. Er erstreckt sich durch die Masse der äusseren Längsleiste der Kapsel (den pterotischen Wulst) hindurch. Der Knorpel ist nach innen unterhalb dieser Leiste bis zum Stapes (*st*) schief abgeschnitten und letzterer stellt nun einen etwas gekrümmten Zapfen aus Knochen dar, mit seinem breiten Ende nach innen gekehrt, so dass dieses in die Fenestra ovalis hineinpasst, während sein schmales Ende nach aussen und vorn sieht. Von seinem verschmälerten Ende entspringt ein kräftiges fächerähnliches Ligament, welches sich ausbreitet, um vorn am Hinterrande des Suspensoriums Befestigung zu finden (Suspensorio-stapedial-Ligament, *s. s. l*). So haben wir also beinah vollständig von einander gesondert vier Knochenelemente in der Ohrkapsel: das Prooticum, das Pteroticum, das Opisthoticum und den Stapes. Die sphenotischen und die epiotischen Abschnitte zeigen keine Verknöcherung und unterhalb bleibt auch der untere Theil des Prooticums und der äussere Abschnitt des opisthotischen Streifens unverknöchert. Im Ganzen sind ungefähr zwei Drittel der Oberfläche der Kapsel knöchern.

282. Der breite, flache, internasale Knorpelstreifen (*in*) nimmt ungefähr ein Dritttheil der Längsaxe des Schädels ein und seine Breite ist noch erheblich grösser. Er hat vorn und hinten einen concaven Rand. Die hintere Concavität nimmt den vordersten Theil des Gehirns auf, die vordere ist jene Ausrandung, welche die breiten Trabecularhörner von einander trennt. Die letzteren sind beinah quadratisch und erstrecken sich von der internasalen Platte weiter nach vorn als im letzten Stadium. Sie verdünnen sich von unten nach vorn hin, so dass sie mit einem scharfen Rande endigen.

283. Die Höhe der internasalen Platte ist hinten gleich derjenigen des vorderen Theils der Schädelhöhle; sie ist in solcher Weise

ausgerandet, dass sich die obere Schädelfontanelle weiter nach vorn erstreckt als die untere. Jeder Sphenethmoidknochen sendet einen Fortsatz nach unten, welcher die obere Fläche des diese untere Fontanelle von vorn begrenzenden Knorpels bedeckt, und diese Fortsätze treffen beinah zusammen. Die Riechschenkel durchbohren die verdünnten Vorderwände des Schädels (in der internasalen Platte) genau an der inneren Fläche der Sphenethmoidea nahe ihrer oberen Kante. Die Nasenkapseln zeigen ungefähr verhältnissmässig die doppelte Grösse wie im letzten Stadium. Der Knorpel ist mehr als halbmondförmig, indem die beiden Hörner des Mondes äusserlich beinah zusammenstossen, und der innere Theil des Knorpels fliesst auf einer weiten Strecke mit der internasalen Platte und dem Trabecularhorn zusammen. Die äusseren Nasenlöcher (Fig. 29, *a. n*) werden vorn von dem gekrümmten vordern Horn und von hinten her durch eine klappenähnliche Falte von fibrösem Gewebe begrenzt.

284. Das breite Parasphenoid *(pa. s)* zieht beinah unter dem ganzen Schädel hin. Seine Kanten laufen im grössten Theile seiner Ausdehnung einander ziemlich parallel, aber es sendet doch zu beiden Seiten in die basitemporale Region einen kleinen Fortsatz empor, und beide vordern Ecken springen mit starken Hervorragungen nach aussen vor, so dass sie das innere Ende des entsprechenden Vomers berühren. Das letztere halbmondförmige Knochenstück *(vo)* liegt genau hinter dem Medianausschnitt, welcher die basicraniale Axe abschliesst; es erstreckt sich nach aussen und hinten bis zum vordern Theile des Palatinums. Die davor liegenden Knochen (Praemaxillare und Maxillare, *pmx* und *mx*), welche sich daran legen, bilden einen sehr regelmässigen halbkreisförmigen Rand für die Mundhöhle, tragen aber keine Gaumenplatten; die Bogen der beiden Vomerknochen stellen zusammen einen andern Halbkreis dar, welcher hinter dem ersteren beinah concentrisch mit demselben verläuft.

285. An der oberen Fläche des Schädels senden die Praemaxillaria einen langen Nasenfortsatz nach hinten, welcher die Frontalia überdeckt. Die beiden Fortsätze nähern sich einander, berühren sich aber nicht, so dass ein Theil des internasalen Knorpels zwischen ihnen sichtbar bleibt. Vor dem Knorpel bleibt die Ausrandung zwischen den seitlichen Hörnern als runde membranöse Lücke übrig, welche von vorn her durch die daran stossenden Praemaxillaria begrenzt wird. Die Maxillarknochen tragen ebenfalls einen kurzen Nasenfortsatz, der

sich nach oben und hinten erstreckt und an das vordere und äussere Ende des Ektethmoids befestigt ist. So werden die obern Nasenöffnungen von der einen Seite durch den Nasenfortsatz des Praemaxillare, von der andern Seite durch den entsprechenden Fortsatz des Maxillare umgrenzt. Oben und hinten umfassen das Ektethmoid *(l.eth)* und das Nasale das Nasenloch, der letztere Knochen aber ist zwischen den ersteren und den Nasenfortsatz des Praemaxillare eingekeilt.

286. Die Frontalia (Fig. 29, *fr*) erscheinen grösser als die Parietalia *(pa)*, aber die letzteren werden nur von den Frontalia zum grössten Theile überdeckt; sie reichen in der That bis zur Antorbitalregion. Das Frontale wird vorn zum Theil vom Nasenfortsatze des Praemaxillare bedeckt, ferner vom Nasale und vom Ethmoidale laterale. Die Stirn- und Scheitelbeine zusammen bilden ein nahezu regelmässiges Oval, welches ziemlich dem Parasphenoid gleicht, jedoch breiter ist.

Die unmittelbar vor den Ohrkapseln liegenden Scheitelbeine krümmen sich an den Seitenwänden des Schädels nach unten und ihre seitliche Grenze verläuft längs des Alisphenoidsporns des Prooticumknochens. Der vordere Theil jeder Ohrkapsel wird von einem besonderen spornähnlichen Fortsatze des Parietale bedeckt, welches in dem Winkel zwischen diesem Fortsatz und dem herabgekrümmten Theile des Knochens von unten, vorn und aussen her ausgehöhlt ist, nach Art einer Schläfengrube, welche abwärts zum Austrittsloch des Trigeminus führt. Der hintere Rand der beiden Scheitelbeine ist in der Mittellinie eingekerbt, entsprechend der Einkerbung des Supraoccipitalknorpels, welcher nur eine kurze Strecke hinter dem genannten Knochen endigt.

287. Der Suspensoriumknorpel ist sehr gross und wendet sich beinah gerade nach aussen hin, aber zugleich ein wenig nach vorn; in der Regel ist er etwas unsymmetrisch. Der Hauptheil des Suspensoriums verknöchert zum spatelförmigen Quadratknochen (Fig. 28, *qu*), welcher unten ein breites Ende zeigt, während ein langer Stiel nach oben gegen die Gehörkapsel aufsteigt und mit dem Processus oticus endigt. Der letztere ist ein breiter, mit der Vorderseite der oberen und äusseren Fläche der Gehörkapsel articulirender Fortsatz. An ihm befestigen sich zum Theil, zum grössern Theil aber am hintern Rande des Hauptabschnittes des Suspensoriums, die Fasern des Suspensorio-Stapedial-Ligaments. Der aufsteigende Fortsatz des Suspensoriums bleibt durch Knorpel mit der obern Kante der Schädelwand in Verbindung. Unterhalb desselben ist der Pediculus (§ 268, S. 108) zu einem grossen Gelenkhöcker geworden, der in eine ausgehöhlte Vertiefung an der vordern und untern Fläche der Ohrkapsel hereinpasst,

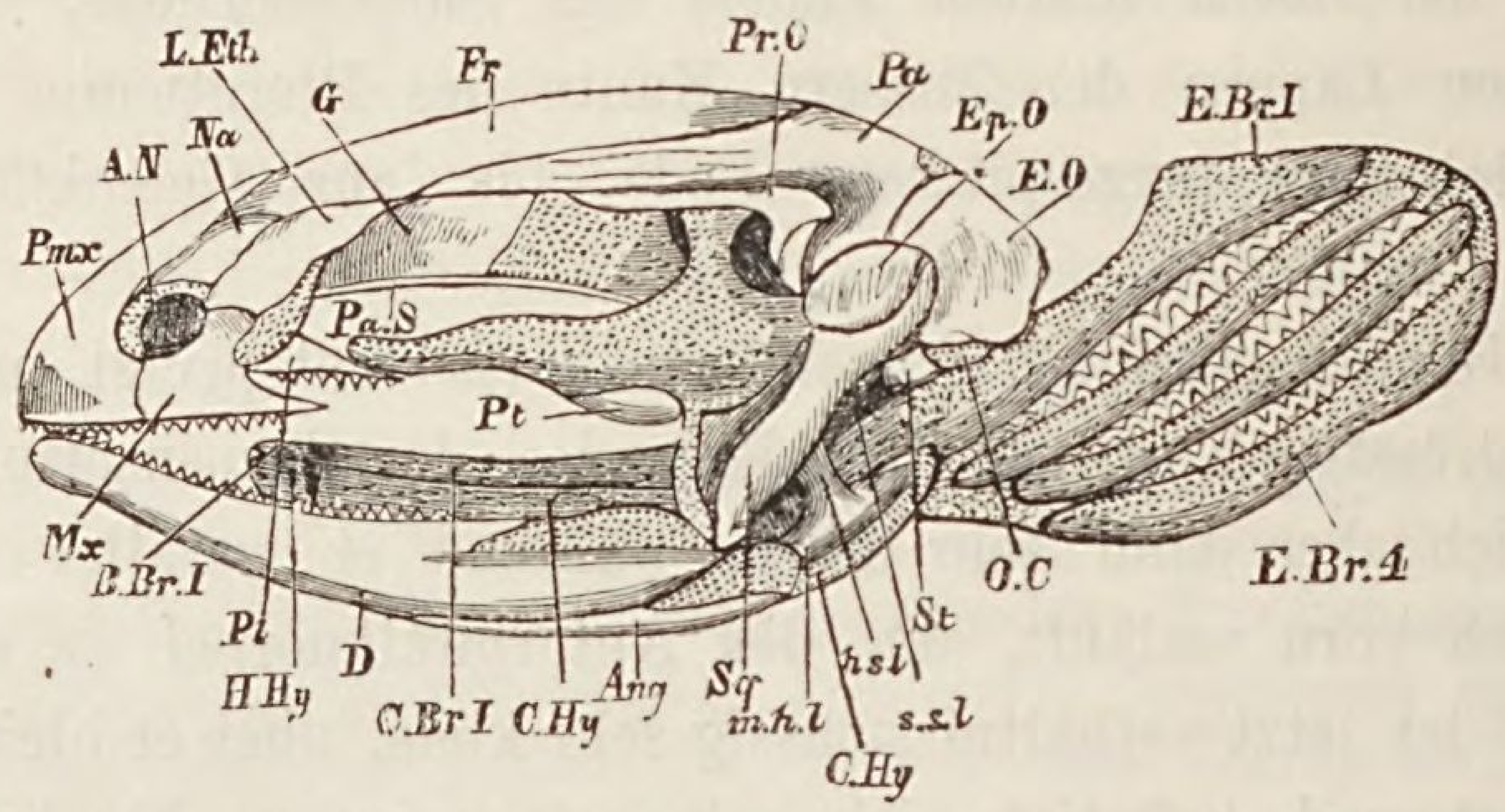
welche Vertiefung durch den Vorsprung der darüber liegenden vordern Ampulle überwölbt wird. Demnach hat das Suspensorium vier Befestigungsstellen am Schädel: vorn und oben an der Sphenoidalwand vermittelst des aufsteigenden Fortsatzes, an der Ohrkapsel vorn durch den Pediculus, aussen durch den Processus oticus und hinten und unten durch das vom Stapes ausgehende Suspensorio-Stapedial-Ligament. Das Quadratum wird am distalen und untern Ende durch eine tief ausgehöhlte knorpelige Fläche bedeckt, in welcher der grosse Unterkiefercondylus spielt. Das Squamosum *(sq)* ist ein kräftiger Knochensplitter an der obern hintern Fläche des Suspensoriums, liegt mit fingerförmigen Lappen der äussern Kante des Pteroticums auf und erstreckt sich mit zugespitztem Ende bis zur Gelenkfläche des Quadratums.

288. Der knorpelige Pterygoidfortsatz *(pt)* entspringt mit breiter Basis vom grössten Theile des Vorderrandes des Suspensoriums, verschmälert sich aber dann sehr stark, während er parallel mit dem Cranium nach vorn verläuft, um den Antorbitalknorpel zu erreichen. Der letztere ist jetzt verhältnissmässig sehr klein, aber er bleibt durchaus gesondert und befestigt sich mit seiner innern Fläche an die laterale Ethmoidregion des Schädels. Der zähnetragende Knochen des Palatinums *(pl)* erstreckt sich weiter nach vorn von diesem Knorpel als nach hinten davon und ist dem äussern Ende des Vomer angeheftet. Die untere Nasenöffnung liegt gerade nach aussen von der Vereinigungsstelle des Vomer und des Palatinums. Das letztere spitzt sich nach hinten zu, wo es nach innen von dem beweglichen Pterygoidfortsatz zu liegen kommt und das zugespitzte Vorderende des Pterygoids selbst berührt. Dieser letztere Knochen (Fig. 28, *pt*) ist fünf- bis sechsmal grösser als das Palatinum, hinten sehr breit und dem grössten Theile des Suspensoriums von unten her angelagert, so dass er die Schädelwände in der Gegend des Pediculus beinah erreicht; an der Basis des beweglichen Pterygoidfortsatzes ist er zur Hälfte seiner Breite verschmälert und zieht sich vorn plötzlich zu einer Spitze zusammen.

289. Der Bogen des Unterkiefers ist halbkreisförmig, seine Seiten springen aber hinten vor. Der Meckel'sche Knorpel persistirt als die Axe des Unterkieferastes und steht in continuirlicher Verbindung mit der Gelenkfläche, welche an der Rückseite eines erhabenen Coronoidvorsprunges liegt. Der Knochen des Articulare liegt gleich einem

dünnen Splitter an der innern und untern Fläche von ungefähr Dreiviertheilen des Bogens zu jeder Seite; er erstreckt sich beinah bis zum Ende der hintern Unterkieferecke. Das Dentale (Fig. 29, *d*) nimmt den grössten Theil der äussern Fläche ein, erstreckt sich hinten bis zum Condylus und vorn bis zur Symphyse; das Spleniale liegt an den vordern zwei Dritttheilen der innern Fläche an. Jeder dieser Knochen trägt Zähne, so dass also in der untern Kinnlade sowohl als in der obern zwei Reihen derselben zu stehen kommen.

Fig. 29.



Axolotl, beinah ausgewachsen; Seitenansicht des Schädels.

e.o Exoccipitale; *pt.o* Pteroticum; *pa* Parietale; *pr.o* Prooticum; der aufsteigende Fortsatz des Suspensoriums erreicht seinen Alisphenoidsporn; *fr* Frontale; *g* Sphenethmoid; *l.eth* Ektethmoid; *na* Nasale; *an* vorderes Nasenloch; *pmx* Praemaxillare; *mx* Maxillare; *pa.s* Parasphenoid; *pt* Pterygoid, an der Kante des Pterygoidknorpels und des Suspensoriums sichtbar; *pl* Palatinum; *d* Dentale; *art* Articulare; *sq* Squamosum; *st* Stapes; *s.s.l* Suspensorio-Stapedial-Ligament; *h.s.l* Hyo-Suspensorium-Ligament; *m.h.l* Mandibulo-Hyoid-Ligament; *c.hy* Ceratohyale; *h.hy* Hypohyale; *b.br.1* erstes Basibranchiale; *c.br.1* erstes Ceratobranchiale; *e.br.1,4* Epibranchialstücke.

290. Die ventralen Enden der hintern Bogen und ihre unpaaren Stücke liegen innerhalb des Raumes zwischen den Unterkieferästen. Vom Zungenbeinbogen ist nichts weiter verknorpelt, als was dem Unterkiefer entspricht. Jede Hälfte *(c.hy)* ist sichelförmig, wendet sich oben nach innen und befestigt sich vorn an dem Kieferbogen. Ein längliches Ligament, das Mandibulohyalband, erstreckt sich vom Winkel des Unterkiefers zur Aussenseite des obern Endes des Hyoidstreifens. Ein anderes Ligament, das Hyo-Suspensorialband, entspringt vom hintern Rande des Suspensoriums, hinter dem breiten Abschnitt des Quadratknochens, und läuft an der äussern Seite des letzteren Ligamentes zu einer breiten Insertion am hintern Rande des Hyoidbogens.

Das dickere ventrale Ende des Hyoidbogens zeigt ein davon abgelöstes kurzes Gliedstück wie bei dem Lachs. Es ist dies das Hypohyale, welches sich mit seiner Spitze am vordern Ende des Basibranchiale befestigt. Der Hauptheil des ganzen Streifens wird von dem Ceratohyale gebildet.

291. Hinter und zwischen diesen Streifen liegen vier Paar von Kiemenbogen. Die vordern Dritttheile der beiden ersten sind abgegliedert und stellen Ceratobranchialia dar, an denen aber die Hypobranchialia fehlen. Die obern und hintern Stücke dieser Bogen (die Epibranchialia) sind rundliche, gekrümmte Streifen, mit nach aussen gekehrter Convexität, die sich nach oben und hinten in handgriffartige Enden verlängern. Die beiden hintern Kiemenbogen bleiben ungegliedert und sind viel kleiner als die übrigen; sie laufen jedoch den anderen Epibranchialia vollständig parallel und entsprechen denselben. Die Ceratobranchialstücke sind verloren gegangen und diese Bogen befestigen sich auch nicht an den unpaaren Basibranchialia. Die Kiemenspalten sind schmal und lang und werden durch sehr unregelmässige Reihen von fingerförmigen, in einander greifenden, zahnartigen Fortsätzen auf den einander zugekehrten Flächen jedes Bogens theilweise verschlossen. Man findet zwei Basibranchialknorpel; der erste derselben trägt an seinem hinteren Drittel die distalen Endigungen der beiden ersten Kiemenbogen; das zweite Basibranchiale ist nur halb so lang und liegt in einem etwas tieferen Niveau. Es stellt einen dünnen spatelförmigen Knorpel dar, mit nach hinten gekehrtem breitem Ende. Es steht ganz frei von den übrigen Bogen, obwohl es an das erste Basibranchiale befestigt ist. Jeder der drei vordern Kiemenbogen trägt nahe seinem obern Ende eine lange gefiederte äussere Kieme. Sämmtliche postmandibulare Bogen bleiben durchaus unverknöchert.

292. Bei Axolotln, deren Kiemen fast vollständig verschwunden sind und die in Wirklichkeit als Cryptobranchus-artige Formen angesehen werden können, hat ein gewisses Maass von morphologischen Veränderungen Platz gegriffen, welches nach der Richtung der Salamandrinen hinweist. Sämmtliche Knochen sind fester und dicker geworden und haben sich stark verbreitert. Das Parasphenoid ganz besonders zeigt einen Fortschritt nach dem Typus der Caducibranchiaten, indem es in der Ethmoid-Region verbreitert ist und seine basitemporalen Fortsätze stärker ausgeprägt sind. Am Unterkiefer hat sich der Ar-

ticularknochen vor dem Condylus zu einem grossen Coronoidabschnitt entwickelt, welcher den Knorpel sowohl von aussen als von innen umfasst. Am Kiemenbogensystem ist ein Knochen aufgetreten, welcher die zwei hintern Dritttheile des zweiten Basibranchiale einnimmt, dessen hinteres Ende zu zwei scharfen Hörnern ausgewachsen ist, deren Spitzen allein noch knorpelig bleiben. Die Kiemenbogen behalten noch ihre massive Gestalt, ungeachtet der Resorption der Kiemen. Sie sind so gross, dass das erste Epibranchiale an Grösse ziemlich dem Unterkieferaste gleich kommt.

Der Schädel von *Amblystoma opacum*, einer nordamericanischen Species, welche sich aus einer Axolotlform (jedoch nicht derselben Art, wie sie eben beschrieben wurde) entwickelt hat.

293. Dieser Schädel ist in manchen Hinsichten viel vollkommener als derjenige des Axolotl, und er zeigt auch ganz das Aussehen einer höheren Form. Der vordere Theil des Kopfes ist nicht mehr halbkreisförmig, sondern halbelliptisch, und das Suspensorium ist stärker nach hinten gewendet, indem es ziemlich mehr als einen rechten Winkel mit dem Vordertheil des Schädels bildet. Eine ins Einzelne gehende Vergleichung mit dem Axolotl deckt manche interessante Punkte auf.

294. Die Exoccipitalia sind vollständig zu den Pterotica, Opisthotica und Prootica verknöchert, aber ein ziemlich beträchtlicher Knorpelstreifen persistirt noch innerhalb jeder occipito-otischen Masse, sowohl oben als unten. Die Sphenethmoid-Verknöcherung (Fig. 30, *o. s*) reicht von der Antorbital-Region bis zum hintern Rande des Sehnerven, den sie beinah umschliesst. Hinter demselben befindet sich ein Knorpelstreifen, welcher bis zum aufsteigenden Fortsatz des Suspensoriums reicht. Hier hat der Alisphenoidsporn des Prooticums bedeutend mehr zur Verknöcherung der Schädelwand oberhalb beigetragen und die knöcherne Masse erstreckt sich sogar bis in den aufsteigenden Fortsatz. Sonst tritt in der Substanz des Chondrocraniums kein neues Knochencentrum auf.

295. Die allgemeine Form und Lage des Parasphenoids bleibt unverändert, nur die Basitemporalfortsätze sind viel grösser und erstrecken sich beinah bis zum Pediculus des Suspensoriums. Aber die Gaumenfläche hat eine sehr auffällige Umänderung erlitten, welche auf der Ausbildung grösserer flacher Gaumenplatten der Vomerknochen

vor ihrem zahntragenden Abschnitt beruht. Das Parasphenoid endigt mit ausgerandeter Kante unmittelbar hinter dem ursprünglichen Einschnitt zwischen den Trabecularhörnern; sein Vorderabschnitt aber wird von den Vomerknochen unterlagert, deren zahntragender Abschnitt nun weiter hinten liegt als die Antorbital-Region und eine schwache Krümmung nach hinten zeigt, die auffällig mit der Krümmung nach vorn contrastirt, welche er früher besass. Diese Krümmung setzt sich dann nach aussen auf die kleinen zahntragenden Palatina fort, welche eine quere Lage bekommen haben. Vor diesem mit Zähnen bewaffneten Abschnitt entsendet jeder Vomer eine breite, vorn fächerartig gestaltete Lamelle, deren äussere Kante parallel mit dem Praemaxillare und dem Maxillare verläuft. Der äussere Rand der Vomerplatte trägt aber hinten einen kleinen Einschnitt, so dass sie damit den grösseren Theil des inneren Nasenloches umschliessen kann, welches ausserdem noch theilweise vom Palatinum umfasst wird; ein kleiner Abschnitt des äusseren Randes der Öffnung bleibt jedoch von jeder knöchernen Einfassung frei.

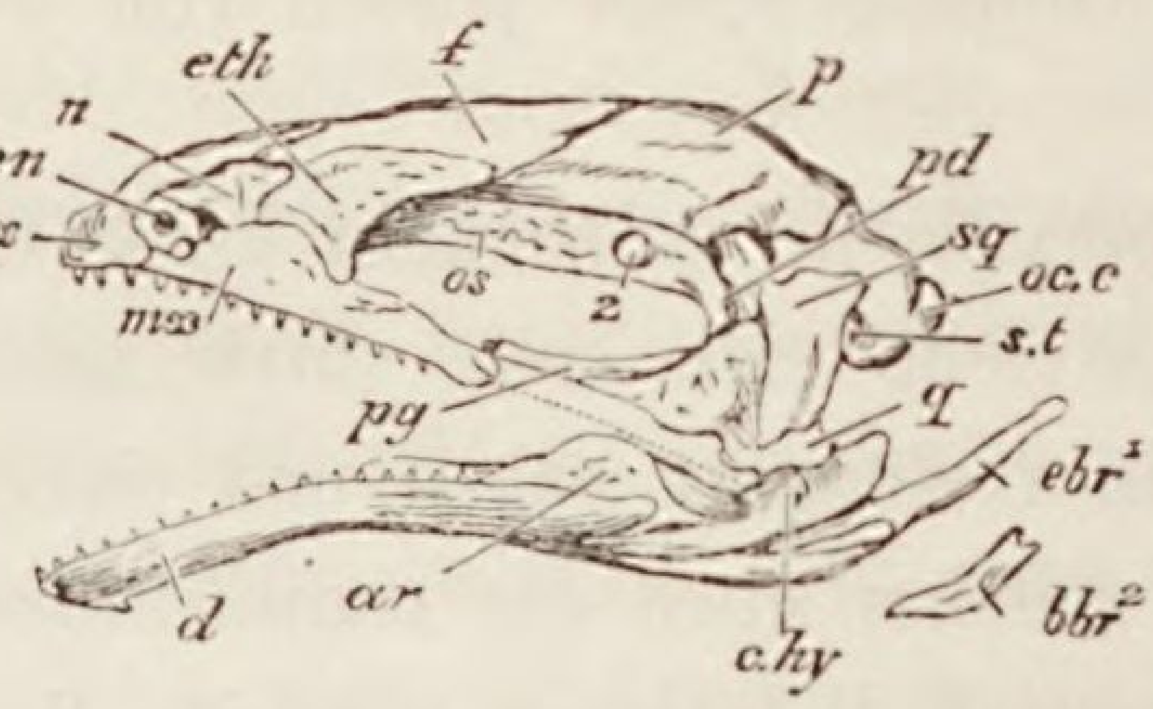
296. Die Praemaxillaria entwickeln keine Gaumenplatten, wohl aber die Maxillaria, welche sich sehr stark nach hinten gegen die Unterkiefergelenke hin verlängert haben und einen nach innen gewendeten Rand tragen, welcher eben die rudimentäre Gaumenplatte darstellt. Das quer gelagerte Palatinum erreicht diese Gaumenkante des Maxillare. Im Gegensatz zu den früheren Stadien ist kaum noch eine Spur von Knorpel an der unteren Fläche des Gaumens sichtbar, und in Wirklichkeit findet sich noch viel weniger davon, denn der Knorpel ist entsprechend dem Wachsthum der Vomerknochen in beträchtlichem Umfange resorbirt worden.

297. An der oberen Fläche des Schädels hat eine der bemerkenswerthesten Veränderungen die Nasenfortsätze der Praemaxillaria betroffen, welche jetzt länger und breiter sind und in der Mittellinie beinah längs ihrer ganzen Ausdehnung zusammenstossen, so dass der internasale Knorpel nicht mehr sichtbar ist und die membranöse Lücke, welche früher vor dem Knorpel existirte, auf eine schmale Spalte reducirt erscheint. Der kleine aufsteigende Fortsatz des Maxillare ist viel grösser geworden und ragt hinter der Nasenöffnung weiter empor und am vordern Rande dieses Fortsatzes findet sich auf der linken Seite ein gesondertes Knochenhorn (eine Parostose) unmittelbar an der äusseren Seite des Nasenloches.

Es ist dies das erstemal, dass hier ein parostotischer Knochen auftritt, welcher in grösster Mannichfaltigkeit der Form in der untern, äussern und innern oder Septalwand der Nasenkapsel vorkommt. In seiner weiter entwickelten und specialisirten Form stellt er das »Septo-Maxillare« der Eidechsen und Schlangen vor.

298. Die Nasalia sind fester, kürzer und breiter, sie überdecken die Ektethmoidknochen mit ihrem äusseren Rande ebenso, wie die Maxillaria es mit ihrem aufsteigenden Fortsatz thun. Das Ektethmoid erstreckt sich viel weiter nach hinten als früher und es bedeckt auch das Frontale längs der äusseren zwei Dritttheile seiner Länge, ja es überlagert noch etwas das zugespitzte äussere Ende des Parietale. Der vordere Abschnitt des Ektethmoids liegt gleich dem Nasale unmittelbar auf der Nasenkapsel auf, greift aber nicht auf dessen Knorpel über, um denselben zu verknöchern. Hinter der lateralen Ethmoid- oder

Fig. 30.



Schädel des *Amblystoma*; Seitenansicht.

oc.c Occipitalcondylus; *p* Parietale; *f* Frontale; *eth* Ektethmoid; *n* Nasale; *e.n* äusseres Nasenloch; *px* Praemaxillare; *mx* Maxillare; *o.s* Orbitosphenoidabschnitt der knöchernen Schädelwand; *2* Foramen opticum; *sq* Squamosum; *pd* Pediculus; *pg* Pterygoid; *st* Stapes; *q* Quadratum; *ar* Articulare; *d* Dentale; *c.hy* Ceratohyale; *e.br.1* erstes Epibranchiale; *b.br.2* zweites Basibranchiale.

der Antorbital-Region erstreckt sich die aufsteigende Lamelle des Maxillare nach hinten, obgleich sie hier soweit in die Höhe reicht wie vorn. Diese faciale Lamelle hat dieselbe Ausdehnung wie der zahntragende Abschnitt des Knochens und bildet einen spitzen Winkel mit der flachen horizontalen (Gaumen-) Platte desselben Knochens. An seinem hintern Ende findet sich ein kleines kornförmiges Jugalknöchelchen, und diese Richtung wird dann im hintern Drittel der Mundspalte vermittelst eines dichten Bandes von fibrösem Gewebe fortgesetzt, das sich am Gelenk des Unterkiefers festheftet. Wir können dasselbe als Jugalligament bezeichnen.

299. Jedes Frontale *(f)* wird vom Nasenfortsatze des Praemaxillare, vom Nasale und vom Ektethmoid überlagert. Der Knochen ist viel breiter als er früher war, indem er unter den vordern Knochen weiter nach vorn reicht und seinerseits das Parietale in grösserer Ausdehnung überdeckt. Die Parietalia *(p)* sind umfänglicher, fester und den Ohrkapseln und den knöchernen Massen des Occipitooticums genauer aufgelagert. Ein Querwulst hat sich auf jedem Parietale hinter der Schläfengrube entwickelt, zur Befestigung von Muskeln dienend; die äussere Abtheilung des Parietale bedeckt genau die Gegend des Epioticums.

300. Das Quadratum hat den grösseren Theil des Suspensoriums verknöchert, so dass nur ein kleiner Knorpel am Mandibulargelenk und im proximalen Theil desselben übrig bleibt. Der Pterygoidknochen *(pg)* zeigt blos zwei Dritttheile seiner früheren Grösse, und entsprechend der mehr quer gestellten Lage des Suspensoriums ist das vordere Ende des Pterygoids um eine ziemliche Entfernung vom Schädel abgerückt, so dass es beinah mit dem hinteren Ende des Maxillare in Berührung kommt. An der Unterfläche ist der hintere Abschnitt des Pterygoids gleich einem biegsamen Splitter fest an das Quadratum angelegt, so dass er dasselbe in ziemlichem Umfange verdeckt, und dies gilt ganz besonders auch in Bezug auf den Pediculus. An ihrem vordern Ende hat sich die Pterygoidverknöcherung auf den Pterygoidfortsatz des Knorpels ausgedehnt, so dass der grösste Theil von dessen Substanz verknöchert ist, aber doch bleibt an dem obern und innern ausgehöhlten Rande des Knochens noch ein continuirlicher Epipterygoidstreifen von Knorpel übrig, welcher sich auch vorn etwas darüber hinaus erstreckt.

301. Das Squamosum *(sq)* ist zu einem sehr dicken, keilförmigen Knochen geworden, der freilich nicht so hoch empor reicht wie früher, aber nach oben mit einem vorspringenden, längs verlaufenden, knotigen Wulst endigt und zu gleicher Zeit auf den pterotischen Abschnitt der Ohrkapsel unter ihm drückt. Er läuft unten beinah in eine Spitze aus, welche fest an den äussern und hintern Rand des Quadratums angeheftet ist. Auf der rechten Seite ist die hintere obere Ecke des Squamosums in ein gesondertes kleines Supratemporalknöchelchen umgewandelt.

302. Der Unterkiefer ist ausserordentlich stark verknöchert, aber doch können die einzelnen Theile noch unterschieden werden; das

Spleniale trägt ausserdem seine Zähne auf etwas tieferem Niveau als das Dentale. Das Articulare *(ar)* hat den ganzen Knorpel des Unterkiefers mit Ausnahme desjenigen, welcher die Gelenkfläche bildet, umhüllt und zur Resorption gebracht. Vor der Gelenkfläche haben sich die äussere und die innere Lamelle des Articulare begegnet, sind mit einander verschmolzen und haben einen hohen scharfen Kronenfortsatz gebildet.

303. Die bemerkenswerthesten Veränderungen haben im hyobranchialen Apparat stattgefunden. Die beiden hintern Bogen sind ganz verschwunden, ebenso der vordere Abschnitt des zweiten Basibranchiale. Die Ceratohyalia *(c. hy)* zeigen noch ziemlich dieselbe Länge wie vorher, sind aber zu dünnen, bandförmigen Knorpelstücken abgeflacht. Das Hypohyalsegment ist sehr deutlich vom Ceratohyale gesondert und wendet sich plötzlich unter spitzem Winkel zu diesem Stück nach hinten und innen; es stellt einen sehr schlanken, drehrunden Stab dar und ist vermittelst seines hintern Endes mit der entsprechenden Ecke des ersten Basibranchiale verschmolzen.

304. Das erste Epibranchiale ist vollständig von seinem Ceratobranchiale gesondert, indem es mittels seines ventralen Endes unmittelbar mit der Mitte des ersten Basibranchiale in Gelenkverbindung steht. Das erste Ceratobranchiale ist kürzer als das Hypohyale und hat überhaupt stark an Grösse abgenommen. Es behält aber seine ursprüngliche Befestigung am ersten Basibranchiale unmittelbar vor seinem eigenen Epibranchiale bei und verläuft nahezu parallel mit dem Hypohyale, indem seine frühere nach hinten gehende Richtung in eine nach vorn gehende umgewandelt ist; sein äusseres Ende ist frei. Der zweite Kiemenbogen hat jeden Unterschied zwischen epi- und ceratobranchialem Element aufgegeben, indem er jederseits einzig aus einem sehr kleinen, abgerundeten, etwas gebogenen Stäbchen besteht, dessen convexer Rand nach innen und hinten sieht und welches an das hintere Ende des ersten Basibranchiale befestigt ist, mit seinem äussern und obern Ende aber dem ersten Epibranchiale am obern Drittel anhängt.

305. Das erste Basibranchiale ist beträchtlich vergrössert, der vordere Abschnitt breiter und verknöchert, der hintere Abschnitt schmäler und knorpelig. Das vordere Ende des zweiten Basibranchiale *($b. br_2$)* ist bis auf seine Gabelzinken resorbirt (§. 292, S. 120), sowohl der Knorpel als der Knochen. Die terminalen Hörner bilden nun einen Λ-förmigen Knochen mit knorpeligen Hinterenden, welche mit

dem rudimentären Kehlkopf in Beziehung treten und ein Laryngobranchiale darstellen.

Zusammenfassung.

306. Im Schädel des Axolotl finden wir, wenn auch lange nicht eine so ausserordentliche Mannichfaltigkeit und Zahl verschiedener Theile wie beim Lachs, so doch ein beträchtliches Maass von Umwandlungen, welche das höchste Interesse darbieten. Die Visceralbogen bekommen Skeletelemente, noch bevor die Trabeculae sichtbar werden, und der Mandibularbogen gliedert sich sehr früh in ein Supensorium und einen freien Unterkiefer. Die Trabeculae und die Chorda dorsalis stellen die ersten Gebilde in der Basis des Craniums dar und die ersteren zeigen eine sehr merkliche Ausdehnung zur Seite der Chorda, noch bevor die Parachordalstücke im Hinterhauptabschnitt auftreten. Die Seitenwände des vordern Schädelabschnittes werden durch Trabecularkämme gebildet, die hinten mit den Ohrkapseln zusammenfliessen, während hinter diesen ein Occipitalring entsteht. Ein grosser Theil des Schädeldaches sowohl wie ein beträchtlicher Abschnitt seines Bodens vor der Chorda bleiben unverknorpelt. Eine Internasalplatte tritt in continuirliche Verbindung mit den Trabeculae und entwickelt breite laterale Hörner, welche auf einem späteren Stadium noch vor dem medianen Knorpel vorragen. Diese praecraniale Masse ist solid und zeigt seitliche Ethmoidal- oder Antorbitalfortsätze; sie verschmelzen mit den gesondert aufgetretenen Nasenkapselknorpeln.

307. Das Unterkiefersuspensorium liegt ursprünglich dem vordern Dritttheile der Trabecula an, zeigt aber schliesslich eine besondere Beziehung zum Hintertheil ihres Kammes, mit welchem es verschmilzt, wobei es zugleich einen Processus oticus (Ohrfortsatz) und später eine untere Befestigung an der Ohrmasse oder einen „Pediculus“ entwickelt. Das Suspensorium, ursprünglich nach vorn gerichtet, zieht sich allmählich nach hinten zurück und wird zu gleicher Zeit nach aussen abgelenkt. Palatin- und Pterygoid-Knorpel entstehen nicht vor den Verknöcherungen, welche dieselben Namen tragen. Der Pterygoidfortsatz des Suspensoriums ist dreieckig, wird aber resorbirt oder er verkümmert, bis schliesslich nur noch ein schmaler innerer und oberer Epipterygoidstreifen übrig bleibt. Der Hyoidbogen verknorpelt in seinem ventralen Abschnitt blos mit zwei Segmenten; von den vier Kiemenbogen gliedern sich die beiden ersten in zwei Stücke, und

ausserdem sind zwei Basibranchialia vorhanden. Bei Amblystoma endlich hat eine starke Verkümmerung und Umbildung der gesammten Kiemenbogen Platz gegriffen.

308. Der Verknöcherungen des Schädelknorpels sind es nur wenige, nämlich Exoccipitale, Prooticum, Pteroticum, Opisthoticum und Sphenethmoid, alle sehr spät auftretend. Bei Amblystoma erkennt man eine einzige Occipito-oticum-Masse jederseits. Bemerkenswerth ist die Art und Weise der Bildung des Stapes (§. 267, S. 107). Parostosen entstehen auffallend früh in der Mundhöhle und etwas später im Dache des Schädels. In der letztern Region sind es das Parietale, Frontale und Nasale, am obern Rande der Mundspalte das Praemaxillare und das Maxillare mit einem winzigen Jugale, im Gaumendach das Parasphenoid, der Vomer, das Palatinum und das Pterygoid, am Unterkiefer das Articulare, das Dentale und das Spleniale. Das Suspensorium verknöchert zum Quadratum, welchem das Squamosum als Knochensplitter aufliegt, während der hintere Theil des Pterygoids sich unten daran fügt. Das Ektethmoid stellt einen ähnlichen Splitter auf der lateralen Ethmoidregion dar. Die Entstehung des Palatinums und Pterygoids als ein Knochen, welcher sich später in zwei in verschiedenen Beziehungen auseinandergehende Stücke trennt, ist von grossem Interesse. Ebenso sind bemerkenswerth die Umbildungen des Vomer, ganz besonders wenn wir zur Amblystomaform kommen. Die Verknöcherung an der Spitze der Chorda verschmilzt mit derjenigen der Region des Parasphenoids, auf welcher dieselbe liegt. Die sehr späte Verknöcherung des zweiten Basibranchiale bildet die einzige Ausnahme von dem sonst persistirenden knorpeligen Zustand der gesammten Hyoid- und Branchialstreifen. Die Verschiedenheiten zwischen dem Axolotl und dem Amblystoma erscheinen um so bedeutsamer, je tiefer man in die Kenntniss der Einzelheiten eindringt, und es mag wohl dem Specialstudium überlassen bleiben, ihre volle Wichtigkeit selbst klar zu machen.

Anhang.

Der Schädel der Amphibia Urodela.

309. Bei *Proteus* persistirt der Schädeltheil der Chorda in geringem Umfange, er reicht aber nicht halb bis zum Pituitarkörper. Die beiden

Hälften der Parachordalstreifen sind ausserordentlich klein und nur schwach mit einander verbunden. Es findet sich auch nur ein kleiner schmaler Occipitalbogen. Wenn beim Embryo irgend ein Trabecularknorpel die Spitze der Chorda umhüllte, so ist derselbe doch später resorbirt worden. Ein Fortsatz vom Prooticum umhüllt den hinteren Ausläufer einer jeden Trabecula. Die letzteren verlaufen dann als schmale runde Stäbe nach vorn, ganz gerade und einander parallel bis zur Ethmoidalregion, wo sie sich schwach nach innen biegen, ohne jedoch mit einander zu verschmelzen, um eine Internasalplatte zu bilden, als bis sie die Mitte der Internasalgegend erreichen. An ihren vordern Enden trennen sie sich wieder als Hörner von einander. Die grosse basale Fontanelle erstreckt sich beinahe vom Foramen magnum bis zur Mitte der Internasalregion; die obere Fontanelle zeigt ziemlich dieselben Dimensionen. Die Ethmoidalgegend markirt sich äusserlich durch die Befestigung eines gebogenen Antorbitalknorpels daran, welcher nach aussen und hinten zieht. Von dieser Gegend an ist der Schädel- (resp. Trabecular-) Knorpel bis zur internasalen Vereinigungsstelle zu einem Ethmoidale laterale auf jeder Seite verknöchert. Die Nasenkapsel ist durchaus membranös. Die Ohrknorpel behalten ihre ursprüngliche embryonale Form eines langen ovalen Körpers. Vorn findet sich ein ziemlich beträchtliches Prooticum, sodann eine mediane Knorpelmasse und hinten ein Knochen, welcher die Elemente des Exoccipitale, des Epioticum und des Opisthoticum umschliesst. Die Knochen der linken und rechten Seite sind schwach vereinigt. Endlich findet sich ein langer wohl verknöcherter Stapes.

310. Das Suspensorium wendet sich gleich demjenigen der Larven von Axolotl in spitzem Winkel zur Axe nach vorn. Oben und hinten verläuft es unter dem Trigeminus hin und verschmilzt mit der Trabecula an seinem vordern Ende. Es findet sich kein aufsteigender Fortsatz, der Ohrfortsatz aber ist ganz frei. Die untere Hälfte des Suspensoriums ist wohl verknöchert und stellt das Quadratum dar. Ein grosses knorpeliges Hyomandibulare ist an die Hinterseite des Suspensoriums, die Ohrmasse und den Stapes durch ein kräftiges Faserband angeheftet. Es ist an seiner innern Fläche zur Aufnahme des Ceratohyale ausgehöhlt, welches verknöchert ist. Ein Hypohyale oder Basihyale fehlt durchaus. Der erste Kiemenbogen ist gross und lang mit einem wohl verknöcherten Epibranchiale und einem kurzen Ceratobranchiale, hinter diesem finden sich zwei noch schlankere verknöcherte Bogen (Epibranchialstücke) mit einem kleinen Basalknorpel, welcher beide trägt. Unterhalb des letzteren liegt abermals ein einzelnes schlankes Ceratobranchiale, welches dem ersten Basibranchiale aufsitzt. Zwei Basibranchialia sind verknöchert, das zweite ist dem ersten angeheftet, aber von ihm selbst entspringen keine weiteren Stücke.

311. Die Knochen im Dach des Schädels sind: Praemaxillaria (die sich bis zur Ethmoidalregion), Frontalia (die sich bis zu den Ohrkapseln erstrecken) und Parietalia. Die Squamosa sind lang, liegen zur Seite der Ohrkapsel und senken sich nach unten gegen das Suspensorium, wobei sie einen langen Fortsatz über den Nervus facialis hinweg entsenden, welcher den Stapes erreicht. Es finden sich keine Nasalia oder Maxillaria; der zahntragende Theil der Praemaxillaria ist sehr kurz. Hinter diesem liegen zwei grosse lange Vomerknochen mit zahnbewaffnetem äusserem Rand. Das

Palatopterygoid gleicht demjenigen der Larve von Axolotl, wenn diese ungefähr $^3/_4$ Zoll Länge erreicht hat; sie sind breite spatelförmige Gebilde, vorn mit einem zahntragenden Abschnitt, welcher die Richtung des Suspensoriums fortsetzt. Ungefähr in der Mitte der innern Seite des Pterygoids endigen sie mit einer stumpfen Spitze. Ein Pterygoidknorpel ist nicht vorhanden. Am Unterkiefer persistirt der Knorpel in beträchtlichem Maasse; die Verknöcherungen sind ein Dentale und ein Articulare. Ein Spleniale fehlt, aber das Dentale bringt noch einen Knorpelabschnitt ganz vorn zur Verknöcherung, in ähnlicher Weise, wie es mit dem Mento-Meckel'schen Stück beim Frosch der Fall ist.

Der Schädel von Siren.

312. Bei *Siren* findet sich eine postpituitare, von den Trabeculae gebildete Knorpelbrücke, hinter derselben aber sind die Parachordalia weit von einander getrennt, wodurch eine dreieckige hintere Fontanelle entsteht; sie vereinigen sich selbst in der Gegend der Gelenkhöcker kaum mit einander. Der Supraoccipitalbogen zeigt eine beträchtliche Ausdehnung; die Exoccipitalknochen (welche die Gegend des Opisthoticums einschliessen) stossen aber beinah zusammen und gehen theilweise unten in den Schädelbogen über. Die Ohrkapseln sind in ziemlichem Umfange verknöchert, ganz besonders zu den Prootica, welche sich in das Schädeldach hinauf erstrecken und in geringem Maasse auch in dessen Boden. In der Spitze der Kapsel findet sich ein grosser permanenter Aquaeductus vestibuli. Der Stapes ist umfänglich, bleibt aber unverknöchert. Vor den Ohrmassen fallen die Wände des Schädels steil ab und ihr Knorpel steht hinten in Continuität mit den Ohrkapseln und der postpituitaren Brücke. Von einer Stelle in der Nähe des Loches für den Trigeminus bis zur Mitte der Internasalgegend sind die Schädelwände in Gestalt von Sphenethmoidea, soliden und vorn breiten, hinten hohen Knochen verknöchert. Sie stossen nicht mit einander zusammen, aber die Riechschenkel durchbohren dieselben. Die internasale Platte ist kurz und breit und endigt mit drei dreieckigen praenasalen und cornualen Fortsätzen. Es findet sich noch ein Paar von supraethmoidalen Knorpelknochen. Die Nasenkapsel zeigt in ihrer hintern Umgrenzung einen kleinen Knorpel und die Ethmoidalregion trägt an sie angeheftet einen umfänglichen Antorbitalknorpel, welcher zugleich durch Bandmasse mit einem grossen Sphenoticumfortsatz von der Vorderseite der Ohrkapsel zusammenhängt; der kleine Augapfel ist ebenfalls an das Antorbitale befestigt.

313. Die Praemaxillaria erstrecken sich an der obern Fläche des Schädels noch auf die Aussenseite des Supraethmoids; dann folgen Frontalia und Parietalia, aber kein Nasale noch auch ein Ektethmoid. Das Maxillare ist sehr klein, der Vomer dagegen lang und geschwungen, mit zahlreichen Zähnen in mehreren Reihen hinter einander besetzt, welche sich auf das kurze Palatinum fortsetzen. Eine Pterygoidverknöcherung oder auch nur ein Knorpel ist nicht vorhanden. Das Parasphenoid gleicht so ziemlich demjenigen von *Proteus*. Das kurze breite Suspensorium bleibt vollständig unverknöchert; es wendet sich beinah gerade nach aussen,

nur der Gelenkhöcker sieht einigermaassen nach vorn. Der Pediculus geht unterhalb des Nervus trigeminus in den Trabecularknorpel über und oberhalb des Orbitonasalastes desselben findet sich ein aufsteigender Fortsatz. Das Squamosum liegt auf dem Suspensorium und trägt keinen nach hinten über den Facialis hinüber reichenden Fortsatz wie bei *Proteus*. Der Unterkiefer hat eine bedeutende Höhe und besteht aus einem soliden Dentale und Articulare und einem ziemlich umfänglichen Meckel'schen Knorpel, welcher sich beinah bis in die Mitte des Unterkieferastes erstreckt; das Spleniale stellt einen sehr zarten, langen, mit Zähnen bewaffneten Splitter dar. Das Hyomandibulare ist ein kleiner ovaler Knorpel, welcher durch Bandmasse an den Stapes, das Suspensorium und den Unterkieferwinkel befestigt ist. Der grosse Hyoidstreifen unterhalb desselben wird in seinen untern drei Fünftheilen von einer knöchernen Scheide umhüllt; es fehlt aber ein Hypohyale. Das lange erste Basibranchiale ist zum grössten Theile verknöchert; es trägt an seinem hintern Abschnitt zwei Paar Kiemenbogen: der erste ist gross und ziemlich in seiner ganzen untern Hälfte verknöchert, der zweite mit einem Ceratobranchialstück versehen, welches drei kurze knorpelige Epibranchialia trägt. Das zweite Basibranchiale ist eine merkwürdige Knochenmasse, welche hinten in drei flache Knochenflügel ausläuft.

Der Schädel von Menopoma.

314. Es ist dies ein sehr flacher breiter Schädel, in welchem verhältnissmässig nur wenig Knorpel persistirt. Die Exoccipitalknochen erstrecken sich weit nach vorn hin und bringen den hintern Abschnitt der Ohrkapsel zur Verknöcherung. Die Prootica sind deutlich gesondert und vorn sehr gross; die das Vestibulum umhüllende Gegend dagegen, wo der Stapes sich anlegt, bleibt unverknöchert. Der hintere Theil der Schädelwand in der Nähe der Ohrmasse ist knorpelig, aber es findet sich da ein grosser Sphenoidknochen, welcher sich von der Ethmoidalregion bis nahe an das Trigeminusloch ausdehnt. Die Internasalregion ist abgeflacht und über den grossen Nasensäcken liegen Alinasalknorpel. Die äussern Nasenlöcher sind klein und weit nach vorn gerückt. Der zahntragende Rand der Oberkinnlade zeigt eine beträchtliche Ausdehnung und ist von halbkreisförmiger Gestalt. In der Mittellinie liegen zwei dreieckige Praemaxillaria mit einem kleinen runden Supraethmoid vorn zwischen ihnen. Zwei keilförmige Nasalia stehen in Beziehung zu den äussern Nasenlöchern, während auf der obern Kante jedes Nasensackes ein unregelmässig gestaltetes Ethmoidale laterale liegt. Zwischen diesen Knochen und dem Nasale biegt sich das Frontale nach vorn gegen das Maxillare und bis dicht an das Nasenloch heran. Es erstreckt sich auch in directer Berührung mit seinem anderseitigen Genossen weit nach hinten zwischen die Parietalia hinein, welche sich von der Ethmoidalregion bis nahe an das Foramen magnum ausdehnen.

315. Die Maxillaria nehmen einen viel grösseren Abschnitt des Mundrandes ein als die Praemaxillaria. Diese beiden Knochen besitzen Gaumenplatten und nach innen von denselben liegen die breiten flachen

Vomerknochen, deren mit Zähnen bewaffnete Abschnitte der äussern Zahnreihe parallel laufen. Das Parasphenoid erstreckt sich theilweise zwischen die Vomer herein und verläuft nach hinten bis zum Ende des Schädels als breiter flacher solider Knochen mit basitemporalen Flügeln. Das Suspensorium hat eine grosse längliche Quadratverknöcherung mit einem nach vorn sehenden Gelenkhöcker. Innen und oben findet sich ein langer Knorpelstreifen, der unterhalb des Nervus trigeminus verläuft und mit dem unverknöcherten Trabecularknorpel unmittelbar hinter dem Sphenoidknochen verschmilzt. Ein anderer Knorpelstreifen (der aufsteigende Fortsatz) wendet sich nach oben über den Ramus orbitonasalis und den R. Vidianus hinweg, legt sich an die Vorderseite des Prooticums an und wird auch von letzterem aus verknöchert. Das Squamosum ist länglich, nach aussen gewendet, mit einem kurzen hintern Fortsatz. Das Palatinum und das Pterygoid werden von einem ausserordentlich grossen, flachen, der Zähne entbehrenden Knochen vertreten, der sich weit nach vorn erstreckt, mit seiner vordern Ecke den Ethmoidalknorpel berührt und mit einem äussern Zinken beinah das Maxillare erreicht. Dieses Palatopterygoid verschmälert sich nach hinten hin, indem es scharf und keilförmig gegen den hintern und innern Abschnitt des Quadratums verläuft. Der Unterkiefer wird aus sehr kräftigen Knochen zusammengesetzt, unter denen das Dentale besonders vorwiegt. Seine Zähne passen zwischen die Reihe des Maxillare und des Vomer an der obern Kinnlade. Das Dentale trägt eine Grube zur Aufnahme des kleinen persistirenden Meckel'schen Knorpels, der von innen her durch das dicke und breite Spleniale bedeckt wird. Das Articulare ist klein, die Gelenkoberfläche von ovaler Form.

316. Der grosse Stapes ist wohl verknöchert und befestigt sich mit seinem vordern Drittel an einem dicken dreieckigen Knorpel, der dem Suspensorium angeheftet ist und über dem Facialis liegt; aus dieser Lagebeziehung wird ersichtlich, dass er zu derselben Kategorie gehört wie der Knorpel, welcher beim Frosch den Annulus tympanicus bildet. Hinter dem Quadratum und auf einem etwas tieferen Niveau an dasselbe befestigt, liegt das birnförmige Hyomandibulare, dessen Spitze sich mit dem Hauptknorpel des Hyoidbogens vereinigt, welcher massiv und in seinem obern Dritttheil verknöchert ist, dann sich nach vorn wendet und am untern Abschnitt unverknöchert bleibt. In der Mittellinie der Ventralseite finden sich drei Paare von Basalknorpeln, von denen aber nur ein Paar sich direct berührt, nebst einem kleinen Mittelstück, welches nach hinten vorspringt. Das erste Basibranchiale stellt vorn ein breites Knorpelblatt und hinten einen dicken Stiel dar, an dem es zwei Kiemenbogen trägt, von welchen der erste ungegliedert und in seinem mittlern Dritttheile verknöchert ist. Beinah der ganze zweite Kiemenbogen (welcher sich dem Ende des Basibranchiale anfügt) ist verknöchert und trägt an seiner lateralen Endigung noch drei andere Kiemenbogenstreifen, alle mehr oder weniger verknöchert. Alles, was etwa ein zweites Basibranchiale andeuten könnte, besteht in einem Paar kleiner Knorpelstückchen, welche sich an den Kehlkopf anlegen.

Der Schädel von Menobranchus[3].

317. Der Schädel des erwachsenen Thieres, welcher sehr von oben zusammengedrückt erscheint, hat keinen eigentlichen knorpeligen Boden; die unteren Seitenwände sind nach vorn von den Ohrkapseln knorpelig. Ein Antorbitalknorpel hängt durch fibröses Gewebe mit der Schädelwand zusammen, welche mit einem ethmoidalen, einem internasalen und einem praenasalen Abschnitt in Verbindung steht, letzterer bis an's Ende der Schnauze sich erstreckend. Das kegelförmige Vorderende der Chorda ist in der Basioccipitalgegend in fibröses Gewebe eingebettet. Das Suspensorium neigt sich nach unten und vorn in spitzem Winkel zur Axe des Schädels; es trägt einen Pediculus, der vor dem Trigeminus und unterhalb des Niveaus seiner Austrittstelle mit der Schädelwand zusammenhängt, einen aufsteigenden Fortsatz über dem orbitonasalen Ast dieses Nerven und einen Processus oticus, welcher über dem Hauptstamm des Facialis liegt. In der Mitte der vordern Kante des Suspensoriums findet sich ein kurzer dreieckiger Fortsatz. Der Meckel'sche Knorpel bleibt in beträchtlichem Umfange bestehen, ist hinten sehr kräftig und spitzt sich nach vorn zu. Der Hyoidbogen umschliesst ein kleines Hypohyale und ein langes gerades Ceratohyale, welches letztere durch Ligament an dem Hinterrande des Suspensoriums, an der Ecke des Unterkiefers und an dem Stapes befestigt ist. Das erste Basibranchiale trägt hinten in spitzem Winkel zu seiner Axe ein Paar Ceratobranchialia, welche ihrerseits drei andere Branchialstücke an ihren hintern Enden tragen, ein äusseres grosses und stark gebogenes, einen mittleren weniger gebogenen Streifen und einen innern beinah geraden, welcher dem letzteren aufsitzt. Diese werden von Prof. Huxley als Epibranchialia bezeichnet, während ein kleines Knöchelchen an der Basis des mittleren Stückes für ein Ceratobranchiale angesprochen wird. Ein knöchernes stabförmiges zweites Basibranchiale springt von der Stelle hinter der Vereinigung der beiden grösseren Ceratobranchialia nach hinten vor.

318. Die Knorpelknochen im Schädel von *Menobranchus* sind folgende: 1) die Exoccipitalia, 2) die Epiotica, welche zugleich die Gegend des Opisthoticums verknöchern; sie stellen kegelförmige Knochenkappen dar, welche sich von den Exoccipitalia deutlich abheben und durch Knorpel getrennt sind von 3) den Prootica, die von oben her durch die Parietalia bedeckt werden; 4) das Quadratum im distalen Ende des Suspensoriums, und 5) das zweite Basibranchiale. Der Hyoid- und die Kiemenbogen bleiben unverknöchert. Der Parostosen sind es folgende: 1) die Parietalia, von sehr merkwürdiger Gestalt: hinten sind sie breit und bedecken beinah die Enden des Exoccipitale und des Epioticums, in der Mittellinie hängen sie durch Nahtverbindung zusammen und treten nach vorn zwischen die Frontalia; vorn erstrecken sie sich sogar nach aussen von den Frontalia bis in die Antorbitalregion vermittelst eines stabförmigen Fortsatzes, welcher die Seitenwand des Schädels stützt und einen anderen kurzen Fortsatz trägt, der dem aufsteigenden Fortsatz des Suspensoriums aufliegt;

[3] Siehe Huxley, Proc. Zool. Soc. 1874, S. 186.

2) die Frontalia; sie springen nach hinten in den Winkel zwischen dem mittleren und dem seitlichen Abschnitt der Parietalia vor (längs des grössten Theils ihrer Ausdehnung durch eine Naht mit einander vereinigt); sie entsenden einen schmalen Sporn zwischen die Nasenfortsätze der Praemaxillaria und erstrecken sich auch noch an der Aussenseite dieser Fortsätze weit nach vorn. Ferner umgeben sie das Loch des Riechnerven und erreichen hinter demselben den Antorbitalknorpel; 3) die Praemaxillaria, welche die Mundspalte begrenzen, aus einem kleinen zahntragenden Abschnitt bestehend, der die Nasenlöcher nicht erreicht, und einem Nasenfortsatz, welcher in spitzem Winkel zu dem übrigen Theile des Knochens gegen die Oberfläche des Schädels aufsteigt; 4) die Vomerknochen mit einer Zahnreihe, welche derjenigen der Praemaxillaria parallel läuft. Sie sind hinten und nach innen von dem die Zähne tragenden Abschnitt breit, werden median durch den vordern Abschnitt des Parasphenoids von einander getrennt und laufen seitlich gegen die Palatopterygoidea aus; 5) das Parasphenoid, welches hinten theilweise den Exoccipitalia und den Ohrkapseln von unten aufliegt und vorn sich weiter erstreckt als die Schädelhöhle; 6) die Palatopterygoidea, abgeflachte Platten, vorn mit Zähnen bewaffnet, hinten aber, wo sie der Unterfläche des Suspensoriums anliegen, nicht verbreitert; 7) die Squamosa, lange schlanke gebogene Knochen, welche von der Gegend des Epioticums längs der hintern Seite des Suspensoriums bis zum Condylus reichen und von ihrer Mitte einen Fortsatz nach hinten gegen den Stapes senden; 8) die Dentalia, ebenso lang wie der Unterkiefer selbst, den Meckel'schen Knorpel an ihrer innern Seite in einer ausgehöhlten Scheide tragend; 9) die Splenialia, viel kleiner, aber ebenfalls mit Zähnen bewaffnet.

Der Schädel der Salamandrinen.

319. Bei den höheren Salamandrinenformen, wie *Salamandra, Triton* und *Seironota*, besteht beinah der ganze Schädel aus soliden Knochen. Ein Knorpelstreifen findet sich noch zwischen dem Prooticum und der Sphenoidalwand nebst einer prootischen, postpituitaren Brücke bei *Salamandra*, aber nicht bei *Triton*. Die Exoccipitalia sind gross und stossen oben und unten beinah zusammen. Der Antorbitalknorpel ist mit den grossen Riechkapseln verschmolzen. Das Suspensorium befestigt seinen Pediculus vermittelst fibrösen Gewebes am Schädel, während der grosse aufsteigende Fortsatz mit demselben verschmolzen ist. Es findet sich ein kleiner Pterygoidfortsatz aus Knorpel; der Pterygoidknochen, welcher unbedeutend bleibt und sich nach aussen wendet, legt sich dem Pediculus dicht an und erhält ein Gelenk mit der Basis des Schädels und der Gehörkapsel. Gewöhnlich verknöchert das Quadratum, der Processus oticus aber bleibt unverknöchert. Die Palatina sind lang und mit Zähnen versehen, verschmelzen auch mit den Vomerknochen; sie reichen beinah bis zur Gehörkapsel und unterlagern die Ränder des Parasphenoids. Der Vomer, das Maxillare und das Praemaxillare sind breit und bilden den breiten vordern Theil des Gaumens; die beiden Praemaxillaria können mit einander verschmelzen. Das Ektethmoid und das Nasale sind von beträchtlicher Grösse, und häufig findet sich auch ein Septomaxillare. Das Frontale

zeigt bei einigen Formen (z. B. bei *Seironota*) starke Supraorbitalwülste. Der Unterkiefer trägt ein grosses Dentale und Articulare nebst einem schmalen, mit Zähnen bewaffneten Spleniale. Ein verknöchertes (Spritzloch-) Stück hinter dem Suspensorium findet sich bei *Desmognathus* und *Spelerpes*. Der Stapes ist verknöchert; ein Hyomandibulare findet sich nicht vor; ein beträchtlicher oberer Abschnitt des Hyoidbogens ist knöchern und die beiden noch vorhandenen Kiemenbogen sind gleichfalls mehr oder weniger verknöchert. Der zweite Bogen verliert sein Epibranchialstück vollständig. Zumeist findet man die Überreste des primitiven langen zweiten Basibranchiale in Verbindung mit dem Kehlkopf.

V. Capitel.

Der Schädel des gemeinen Frosches.

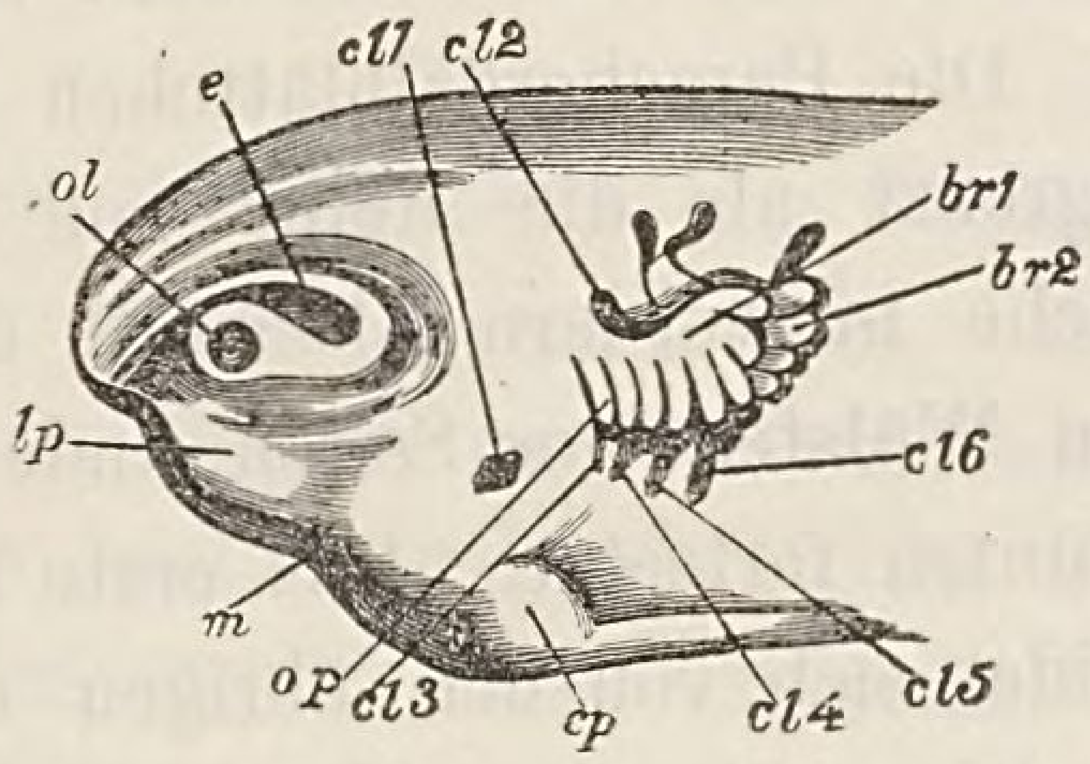
Erstes Stadium: Embryonen von zwei bis drei Linien Länge, ungefähr zur Zeit ihres Ausschlüpfens.

320. Bei diesen Embryonen sind die Gehirnblasen weder verhältnissmässig so gross noch so stark vortretend wie bei den früher beschriebenen Formen. Die obere Fläche des Kopfes ist nicht sonderlich breit, sie zeigt eine schwache Convexität und biegt sich vorn nach unten. Die erste Gehirnblase nimmt das vordere Ende des Kopfes ein, wird aber zum Theil von der zweiten überlagert. Auf diese Weise entsteht eine mittlere Kopfkrümmung. Die vordere Gehirnvorragung wird vom Gesicht durch eine deutliche quer verlaufende Erhebung der Haut getrennt, welche sich vom obern Rande des einen Augapfels bis zu demjenigen des andern hinüber erstreckt. Unterhalb dieses frontalen Wulstes und über der Mundöffnung findet sich der breite Stirnnasenfortsatz mit seiner Ausrandung in der Mittellinie. Seitlich umgrenzen die äussern Ränder des Stirnnasenfortsatzes die Anlagen der Riechkapseln. Unmittelbar über und hinter diesen und weiter nach aussen vorspringend erkennt man die primitiven Augäpfel als ähnliche Einstülpungen, deren Rand aber vorn und hinten nicht vollständig geschlossen ist. Ungefähr in derselben Höhe finden sich seitlich in einiger Entfernung hinter den Anlagen der Augen die Ohrmassen in länglich ovaler Gestalt, von dem continuirlichen Integument überzogen.

321. Der Mund stellt eine kleine rautenförmige Eintiefung hinter dem Stirnnasenfortsatze dar. Vorn ist dieselbe durch das linke und rechte Horn des letztern und seine mediane Ausrandung, hinten durch die gerundeten Vorsprünge der Mandibularbogen umgrenzt. Die Anschwellung des Wangentheils beruht auf dem Vorhandensein einer

Zellenmasse, welche den vordern Theil der primären embryonalen Höhlung umgibt. Diese Anhäufung von Zellen lässt den grössten Theil der Schleimhaut des Mundes und des Schlundes aus sich entstehen und geht noch innerhalb der Mundhöhle eine kleine Strecke weit in das Hautsystem über. Unter und hinter den Wangen finden sich die eigenthümlichen saugnapfförmigen Organe, die man „Hafter" nennt *(cp)* und die zusammen eine hufeisenförmige Hervorragung bilden, vermittelst deren die kleine Kaulquappe sich an Wassergewächsen anheftet.

Fig. 31.



Kaulquappe von vier Linien Länge, vier bis fünf Tage nach dem Ausschlüpfen. Seitenansicht des Kopfes.

ol Riechsack; *e* Augapfel; *lp* Maxillopalatinfortsatz; *m* Mund, *cl 1* bis *6* Visceralspalten; *op* Operculum (die Weisungslinie ist ein bischen zu weit hinaufgezogen); *br 1, 2* äussere Kiemen; *cp* Saugnapf.

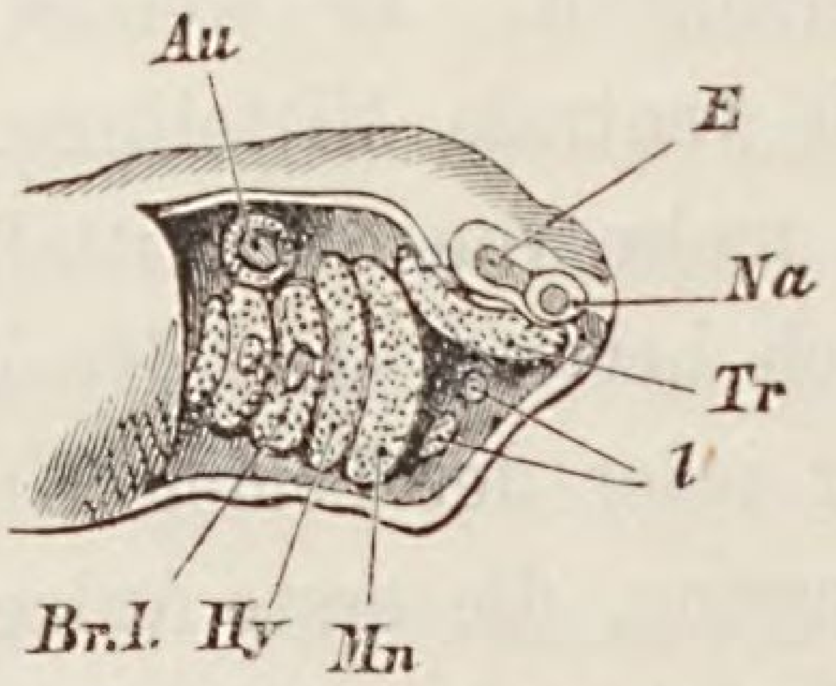
322. Die seitliche Gesichtswand zeigt vier vertical gestellte Erhebungen, eine hinter der andern, welche den Abschnitt zwischen dem Munde und der Dottermasse der Körperhöhlung einnehmen; aber nirgends findet sich zwischen ihnen eine vollkommene Spalte. Der erste oder der Mandibularbogen ist der grösste, indem er durch Zellenmassen am Schlunde angeschwollen erscheint. Er wendet sich sehr stark nach innen und unten gegen die ventrale Mittellinie. Die darauf folgenden Bogen weichen mehr und mehr von der Mittellinie unten zurück und treten blos seitlich deutlich hervor. Der Hyoidbogen hat kein unterscheidendes Merkmal, aber jeder der beiden Kiemenbogen hinter ihm trägt eine kleine Hervorragung, die erste Anlage der äussern Kiemen. Hinter den Kiemenbogen findet sich auf jeder Seite eine Spalte, welche sich in die Körperhöhle öffnet.

323. Bei der Zergliederung findet man noch die gallertartige, in eine besondere Scheide eingeschlossene Chorda, welche dem hintern Abschnitt des Schädels unterliegt, jedoch kaum bis zum vordern Ende

der dritten Gehirnblase reicht. Unmittelbar vor der Spitze der Chorda liegt der verhältnissmässig grosse Pituitarkörper und ein beträchtlicher Theil der frontalen Gegend der Schädelhöhle kommt unter das Niveau der Chorda zu liegen. Die mittlere Kopfkrümmung jedoch fängt sehr früh an, sich wieder zu verlieren; bei Embryonen, welche erst seit zwei Tagen aus dem Ei hervorgegangen sind, hat die Geradstreckung des Schädelbodens bereits grosse Fortschritte gemacht.

324. Kleine Ansammlungen von Mesoblast, welche nahezu die Festigkeit von Knorpel erreichen, findet man zu beiden Seiten der Spitze der Chorda; dieselben lassen sich sehr bald als Vertreter der Trabeculae erkennen. Die Parachordalblättchen sind viel kleiner und weniger scharf abgegrenzt als die Reihe von rasch verknorpelnden paarigen Stäben, welche im vordern Abschnitt des Schädelbodens beginnt und sich in den Wülsten der Seitenwände der Mundhöhle und des Schlundes nach hinten fortsetzt. Das erste Paar aber, die Trabeculae *(tr)*, unterscheidet sich von den übrigen durch seine Richtung nach vorn. Von den Visceralbogen verlaufen zwar die ersten beiden an ihren proximalen Enden parallel mit den Trabeculae, steigen aber dann vertical in der Wand des Schlundes herab und wenden sich unten etwas nach hinten. Die Trabeculae und die Bogen selbst sind sämmtlich vollständig deutlich abgegrenzt und endigen proximal mit stumpfen Spitzen. Die ersteren sind kürzer und dicker als die letzteren und liegen in der Basis des praechordalen Abschnitts des Craniums. Die Mundöffnung wird von den vordern Endigungen der Trabeculae und der Mandibularbogen eingeschlossen.

Fig. 32.



Froschembryo unmittelbar vor dem Ausschlüpfen. Seitenansicht des Kopfes nach Abtragung der Haut.

Na Riechsack; *E* Einstülpung für den Augapfel; *Au* Ohrumhüllung; *Tr* Trabecula; *Mn* Mandibular-, *Hy* Hyoid-, *Br 1* erster Kiemenbogen; auf den ersten beiden Kiemenbogen erkennt man die Kiemenknospen; *l* Labialknorpel.

325. Die Visceralspangen gleichen einander ganz ausserordentlich, nur sind die beiden vordersten etwas kräftiger und erstrecken sich sowohl proximal als distal weiter als die Kiemenbogen; nichtsdestoweniger bleiben die Mandibular- und Hyoidstreifen der beiden entgegengesetzten Seiten in der Mittellinie der Bauchseite noch durch eine ziemliche Entfernung von einander getrennt. Der dritte Kiemenbogen ist sehr schlank und der vierte ist nur undeutlich abgegrenzt. Das Herz in seinem Herzbeutel nimmt die Bauchseite des Schlundes zwischen und unterhalb der distalen Enden der Kiemenbogen ein. Proximal nähern sich alle drei Kiemenbogen ausserordentlich der Spitze der Chorda.

326. Nur eine der Sinneskapseln, die Ohrkapsel, hat eine Wandung von verdichtetem Gewebe; dieselbe ist continuirlich mit Ausnahme der obern äussern Fläche, wo sich ein kleines Gebiet von zarten Zellen findet; aber es besteht keinerlei Canal zwischen dem Innern der Kapsel und der Aussenwelt. Zwei körnchenförmige Stücke findet man in den obern und untern Lippen. Das eine dieser Rudimente von Labialknorpeln liegt jederseits unterhalb des vordern Endes der Trabecula, das andere nach unten und innen vom distalen Ende des Mandibularstreifens (Fig. 32, *l*).

327. Bei den ältesten Kaulquappen aus diesem Stadium lässt sich die mittlere Kopfkrümmung kaum mehr erkennen; das distale keilförmige Ende des Mandibularbogens schickt sich an, eine Abgliederung zu erfahren; die rudimentäre Zunge liegt auf und zwischen den ventralen Enden des rechten und linken Hyoidbogens und die Kiemenknospen haben sich vergrössert.

328. Dieses Stadium führt uns eine ausserordentlich einfache Ansicht der primären Elemente des Schädels vor Augen. Die Parachordalia, die Trabeculae, der Mandibular-, der Hyoid- und die Kiemenbogen sind sämmtlich von einander getrennt; die Umhüllung der Ohrkapsel ist im Begriff, fest zu werden, und es existiren kleine Lippenknorpelrudimente. Noch ist kein Palatopterygoid-Abschnitt oder entsprechender Bogen zu unterscheiden.

Zweites Stadium; Kaulquappe von fünf bis sechs Linien Länge.

329. In dieser Periode stehen die äussern Kiemen auf der Höhe ihrer Entwickelung, indem sie tertiäre Papillen tragen; der Kiemen-

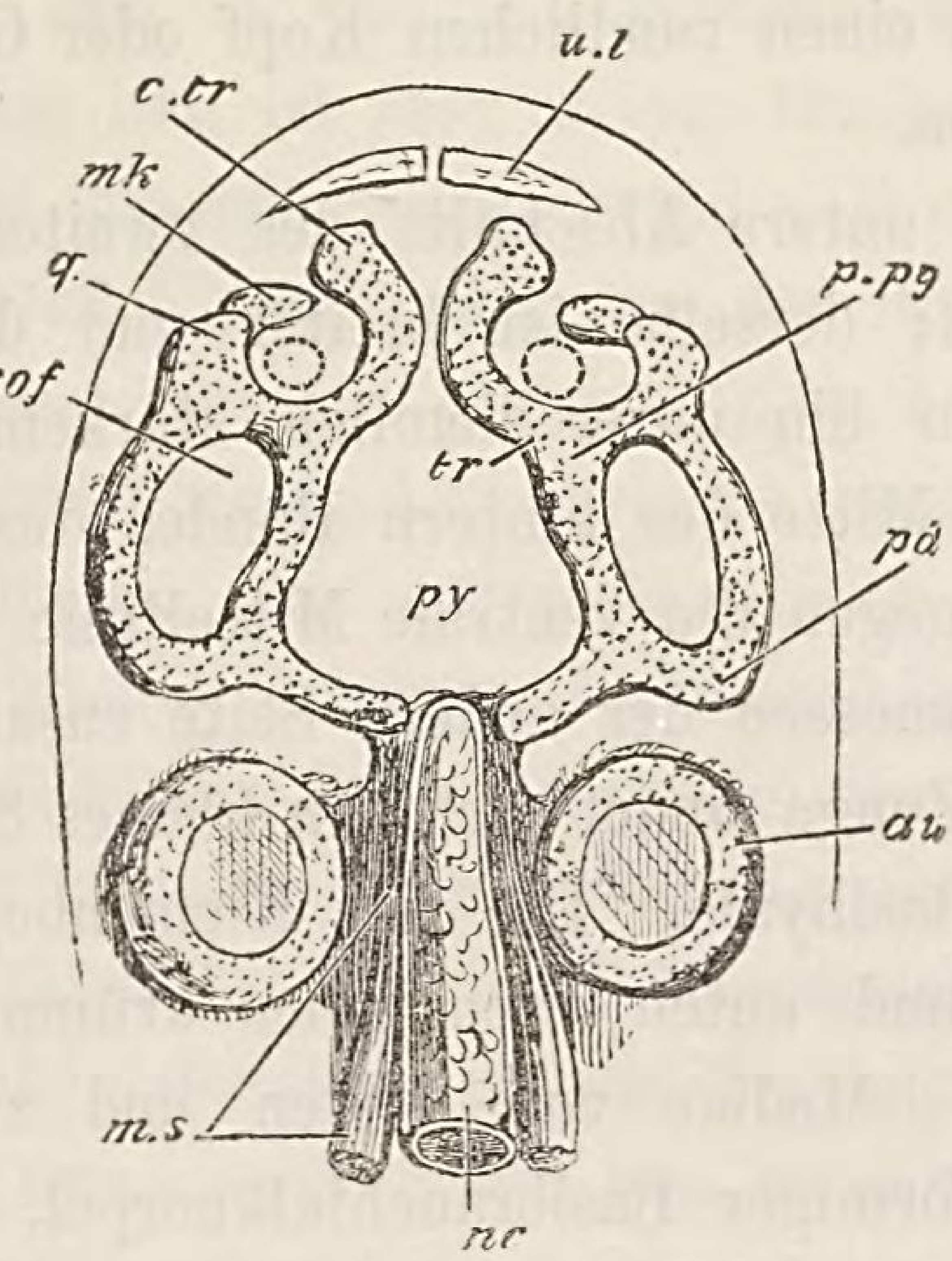
deckel hat sie noch nicht bedeckt und eingehüllt. Die Gehirnkapsel hat im Verhältniss zur Ausbildung des Gesichts beträchtlich abgenommen und die das Gehirn zusammensetzenden Theile liegen nahezu in einer geraden Linie. Die Sinnesorgane sind ziemlich von gleicher Grösse, indem die Ohrsäcke und die Augäpfel nicht ein solches Übergewicht über die Riechorgane erlangen, wie dies bei den früher beschriebenen Embryonen der Fall war. Der vordere Theil des Kopfes ist viel stärker gewachsen als die Gegend der Kiemenbogen und der Mund stellt nun eine rundliche Höhlung von beträchtlicher Grösse dar.

330. Parachordalknorpel erstrecken sich von der Spitze der Chorda bis zum ersten Halswirbel; man findet dieselben sehr früh in vollkommener Continuität mit den Trabeculae, welche sich beinah horizontal legen, statt in einem Winkel von 45 Grad mit der Chorda zu stehen. Die Trabeculae bilden eine commissurähnliche Vereinigung vor der Chorda und hinter dem Pituitarkörper und eine zweite unmittelbar vor dem letztgenannten Organ; der dadurch entstehende intertrabeculare Raum ist abgerundet. Die vordere Verschmelzungsstelle erstreckt sich bis in die Gegend, wo die vordern Enden der Trabeculae wieder in Form von breiten Hörnern auseinander weichen, die nach innen und vorn von den untern Nasenlöchern (letztere sind auf dieser frühen Stufe bereits ganz deutlich sichtbar) und ihrer Verbindung mit den Riechsäcken liegen (Fig. 33, *c.tr*).

331. Die Ohrkapseln stellen wohl verknorpelte, eiförmige Massen dar, die im hintern Schädelabschnitt sich befinden und den Mandibularbogen unmittelbar vor sich haben, während die Kiemenbogen dicht hinter und unter ihnen liegen. Sie sind auch jetzt noch von den übrigen knorpeligen Elementen scharf getrennt, nur der Mandibularbogen legt sich sehr dicht an sie an. Wenn die Kaulquappen eine Länge von ungefähr sieben Linien erreicht haben, so erscheint an der untern Seitenfläche der Ohrkapsel eine Spalte, gerade medianwärts vom Vorsprung des äussern (horizontalen) halbkreisförmigen Canals. Diese Spalte erweitert sich bald zu einer unregelmässig zugespitzten Lücke und füllt sich mit zarten Zellen von indifferentem Gewebe. Zu der Zeit, wo die Kaulquappe acht Linien lang ist, hat sich dieses Gewebe bereits verknorpelt, um den einfachen Stapes zu bilden, welcher in der auf diese Weise entstandenen Fenestra ovalis liegt. Dann aber findet keine weitere Entwickelung in Zusammenhang mit dem Stapes statt,

als bis ein Monat oder noch mehr nach der Metamorphose vergangen ist (s. §§ 378 u. ff.).

Fig. 33.



Kaulquappe er gemeinen Kröte von $^1/_3$ Zoll Länge. Die Knorpel des Schädels und des Mandibularbogens sind von oben sichtbar, die Parachordalknorpel noch nicht deutlich zu erkennen.

nc Chorda dorsalis; *m.s* Muskelsegmente; *au* Ohrkapsel; *py* steht in der Gegend des Pituitarkörpers; *tr* Trabecula; *c.tr* Cornu Trabeculae; *p.pg* Palatopterygoid-Vereinigung; *pd* Pediculus; *q* Quadratcondylus; *mk* Meckel'scher Abschnitt des Mandibularbogens; *s.o.f* suboculares Fenster; *u.l* oberer Labialknorpel. Der punktirte Kreis in der Quadratgegend deutet die Lage des innern Nasenloches an.

332. Der Mandibularbogen hat sich bedeutend vergrössert und ist viel breiter geworden; sein distales Ende ist als kleiner freier Meckel'scher Streifen abgegliedert *(mk)*, welcher sich in der Unterlippe nach vorn und oben wendet, unter spitzem Winkel zum Haupttheil, der nun als Suspensorium des Unterkiefers bezeichnet werden kann. In seinem proximalen Viertel steht das Suspensorium beinah in rechtem Winkel mit der Trabecula und verschmilzt mit derselben. Sodann wendet es sich auf etwas tieferem Niveau nach vorn, verläuft nahezu parallel mit der Trabecula und umschliesst mit derselben eine membranöse Lücke, das suboculare Fenster. Weiter nach vorn unmittelbar hinter den Nasensäcken ist das Suspensorium mit der Trabecula abermals durch einen Streifen vereinigt, ähnlich demjenigen der hintern Verbindungsstelle. Dieser Palatinstreifen liegt nach unten und innen von dem sich entwickelnden Schläfenmuskel, welcher seinerseits von

dem Processus orbitalis bedeckt wird, einer andern Knorpellamelle, die vom Suspensorium an derselben Stelle emporwächst (s. Fig. 34). Der vordere oder Quadratabschnitt des Suspensoriums ist sehr kurz und trägt einen rundlichen Kopf oder Gelenkhöcker für den Meckel'schen Streifen.

333. Nur der untere Abschnitt des zweiten oder Hyoidbogens hat sich verknorpelt; derselbe ist breiter und dicker geworden und divergirt nach hinten hin unter ziemlich starkem Winkel von seiner Gelenkstelle an der Mitte des hintern Randes des Suspensoriums. Er krümmt sich dann gegen die ventrale Mittellinie hin, stösst aber noch nicht mit seinem Genossen der andern Seite zusammen. Median, am hintern Theile der Zunge findet sich ein kleines Stück eben entstehenden Knorpels, das Basihyale. Die vier Kiemenbogen sind einfach, indem sie sich oben und unten nach innen krümmen und seitlich abgeflacht erscheinen. Median vom ersten und zweiten Kiemenbogen findet sich ein birnförmiger Basibranchialknorpel.

334. Das obere und das untere Labialstück sind nun zu einem entsprechend gelagerten Knorpelpaar geworden, von denen der obere eine beträchtliche Ausdehnung in verticaler wie in horizontaler Richtung zeigt; der untere dagegen stellt einen rundlichen, in der Unterlippe senkrecht steckenden Stab vor. Die innern Nasenlöcher öffnen sich in das Dach der Mundhöhle nach aussen von der Internasalplatte und nach hinten von den Trabecularhörnern. Die äussern Nasenlöcher öffnen sich ziemlich in derselben Gegend an der Oberfläche des Kopfes.

335. Der Grad der Ausbildung, welcher seit dem ersten Stadium erreicht worden ist, bedingt einen bemerkenswerthen morphologischen Fortschritt. Das Zusammenfliessen der Trabeculae, um eine Internasalplatte zu bilden, ihre Vereinigung mit den Parachordalstücken hinten und mit den Mandibularstreifen an der Seite sind Ereignisse von hohem Interesse. Labiale Knorpel haben sich deutlich ausgebildet, obgleich zu dieser Zeit die Anlage des Unterkiefers sich eben erst von dem auf diesem Stadium noch viel grösseren Suspensorium abgegliedert hat. Der Processus orbitalis ist ein merkwürdiges, aber noch wenig verständliches Gebilde. Der Hyoidbogen hat eine bestimmte Gelenkverbindung mit dem Suspensorium bekommen und Basihyal- und Basibranchialelemente lassen sich bereits unterscheiden.

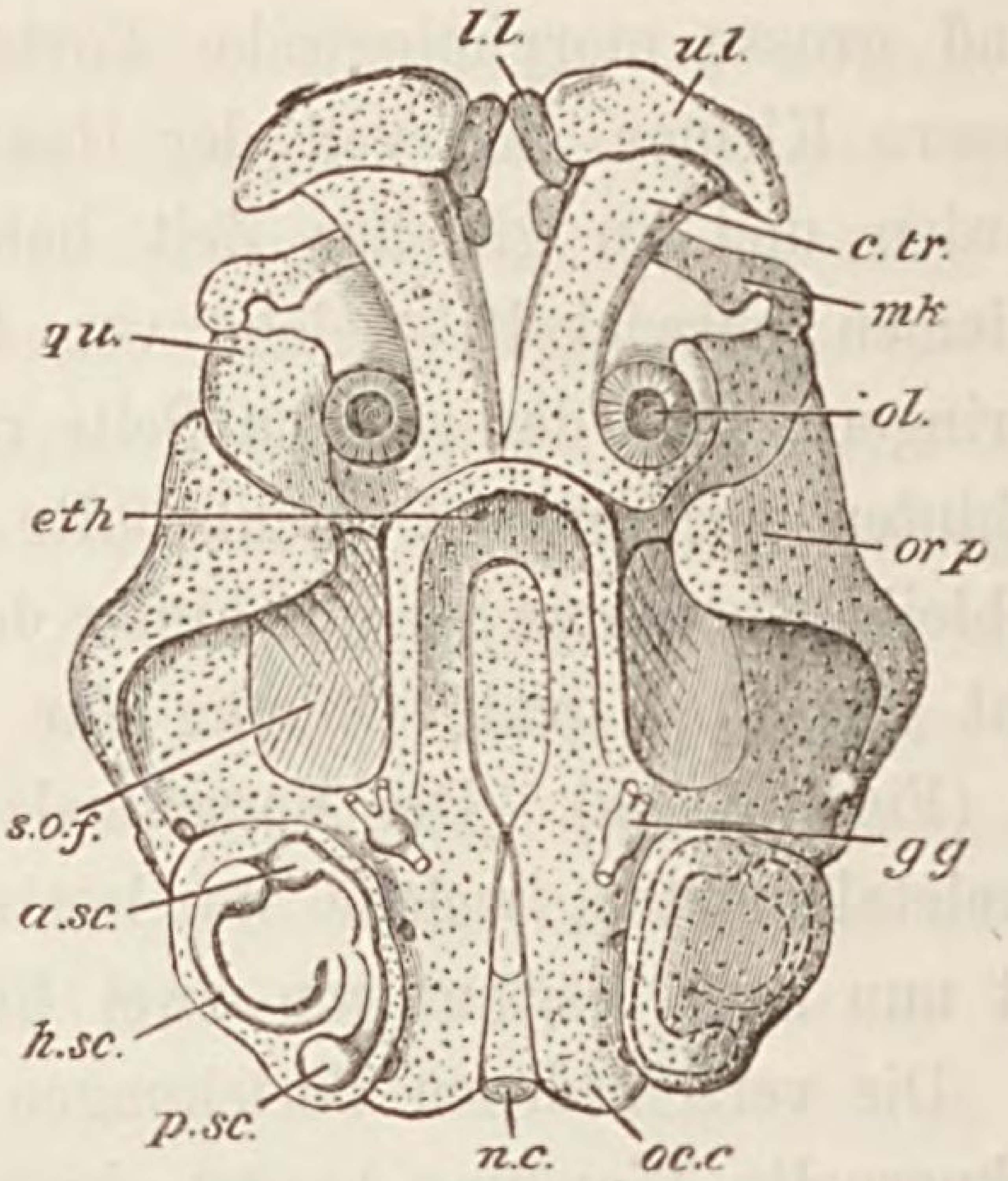
Drittes Stadium: Ausgebildete Kaulquappen von einem Zoll Länge, bei welchen die Hinterbeine hervortreten.

336. Nachdem sich im letzten Stadium der Verdauungscanal vollständig ausgebildet hat, ist sehr rapides Wachsthum und Entwickelung eingetreten und grosse morphologische Fortschritte haben sich vollzogen. Die äussern Kiemen sind von der Hautfalte des Kiemendeckels bedeckt worden und zu gleicher Zeit haben sich reichliche Büschel innerer Kiemen entwickelt, welche von beiden Flächen der Kiemenbogen entspringen. Auf der rechten Seite verschmilzt die vom Hyoidbogen nach hinten wachsende Opercularfalte mit der Haut des Thorax, links aber bleibt eine kurze Strecke hinter dem letzten Kiemenbogen eine senkrecht gestellte, ovale Öffnung für den ausfliessenden Wasserstrom übrig (Fig. 35, *op*). Die Verschmelzung von ursprünglich gesonderten Skeletelementen, welche im letzten Stadium bereits begonnen hatte, hat nun nach Verlauf von zwei bis drei Wochen ihr Maximum erreicht. Die verschiedenen Beziehungen der Sinneskapseln, deren jede ihre verknorpelte Wandung besitzt, treten deutlich hervor. Die Ohrsäcke und die Augäpfel bekommen jeder für sich ihre knorpelige Umhüllung, aber die ersteren verschmelzen mit andern Elementen, während die letzteren gesondert bleiben; und der Boden, das Dach und die Wand der Nasenhöhlung, soweit sie bis jetzt überhaupt gebildet sind, haben sich durchaus nur als Auswüchse von der Trabecularplatte aus entwickelt.

337. Die Parachordalknorpel sind oberhalb und unterhalb des grössten Theiles der dem Schädel angehörigen Chorda mit einander verwachsen, wodurch eine Basilarplatte entsteht, die zu beiden Seiten mit der Ohrkapsel verschmilzt (Fig. 34). Hinten krümmen sich die Parachordalstreifen hinter den Ohrkapseln ebenso weit wie der am weitesten vorspringende Theil der letzteren nach aussen, um die beiden abgerundeten Hinterhauptsgelenkhöcker zu bilden *(oc.c)*, und hier entwickeln sich auch seitliche Wände und ein Dach von geringer longitudinaler Ausdehnung, welche zusammen einen Occipitalring von continuirlichem Knorpel bilden. Das Dach ist mit der hintern Hälfte der Ohrmassen verschmolzen und erstreckt sich zwischen dieselben hinein. Weiter nach vorn vereinigen sich die Stücke nicht, aber die Spitze der Chorda nimmt nicht mehr ihre frühere Lage ein. Es scheint, als ob sie verhältnissmässig zurückgegangen wäre, indem sie eine von

Membran erfüllte Spalte übrig lässt, die hintere basicraniale Fontanelle. Vor dieser Spalte stehen die Parachordalstücke vollkommen in continuirlicher Verbindung mit den Trabeculae.

Fig. 34.



Kaulquappe von ungefähr ein Zoll Länge. Ansicht des Gesichtstheils und des Schädelbodens von oben, nachdem das Gehirn beseitigt worden ist; die obere Hälfte der Ohrkapsel wurde abgetragen.

n.c Chorda, vom Basilarknorpel bedeckt; der zugespitzte Raum, welcher früher von der Spitze der Chorda eingenommen wurde, ist als die hintere basicraniale Fontanelle sichtbar; *oc.c* Hinterhauptscondylus; *a.sc*, *h.sc*, *p.sc* vorderer, horizontaler und hinterer halbkreisförmiger Canal; *g.g* Ganglion Gasseri; vor demselben sieht man die Seitenwand des Schädels von dem Trabecularboden sich erheben; der als dünne Platte verknorpelte Abschnitt des Schädelbodens ist deutlich bezeichnet; *eth* vordere concave Ethmoidalwand der Schädelhöhle; *c.tr* Cornu trabeculae; *ol* Nasensack; *ul* obere, *ll* untere Labialknorpel; *s.o.f* Subocular-Fenster, von aussen durch den Mandibularbogen umgrenzt, welcher hinten mit dem Schädelboden vereinigt ist, rund um die Ohrkapsel sich anlegt und vorn die Orbitallamelle *or.p* abgibt, welche sich über den Schläfenmuskel erhebt; *qu* Quadratregion; *mk* Meckel'scher Knorpel, der sich bis zum untern Labialknorpel erstreckt.

338. Der ursprüngliche intertrabeculare Raum, welcher anfänglich nur den Pituitarkörper umschloss, hat sich bedeutend verlängert, überdies hat er einen dünnen, aber vollständigen Knorpelboden bekommen, welcher mit den Trabeculae zusammenhängt. Längs des ganzen der Schädelhöhle zukommenden Abschnittes der Trabeculae sind niedrige Seitenwände emporgewachsen, welche vorn stärker vorragen und vor den Riechlappen des Gehirns sich vereinigen, um eine vordere concave

Ethmoidalwand zu bilden *(eth)*. Der erste Knochen ist als eine Parostose unterhalb des eben beschriebenen intertrabecularen Raumes und von gleicher Ausdehnung mit demselben aufgetreten; es ist dies das Parasphenoid.

339. Statt kleiner Trabecularhörner, welche von einer Vereinigungsstelle von geringer Ausdehnung entspringen, finden wir nun ein Paar allmählich von einander divergirender Stäbe, die über dem vordern Gaumentheile liegen *(c.tr)*. Sie verbreitern sich vorn und sind stark nach hinten gebogen, und jeder trägt einen quergestellten horizontalen Wulst, welcher mit dem entsprechenden obern Labialknorpel in Verbindung tritt (Fig. 34, *u.l*). Die Ethmoidalregion bleibt schmal und bildet die Vorderwand der Gehirnkapsel, vereinigt sich auch mit den Palatinstreifen zur Seite. Die Nasensäcke sind verhältnissmässig klein, liegen in dem Winkel zwischen dem Palatinstreifen und dem entsprechenden Trabecularhorn und werden von aussen her durch das Quadratende des Suspensoriums begrenzt.

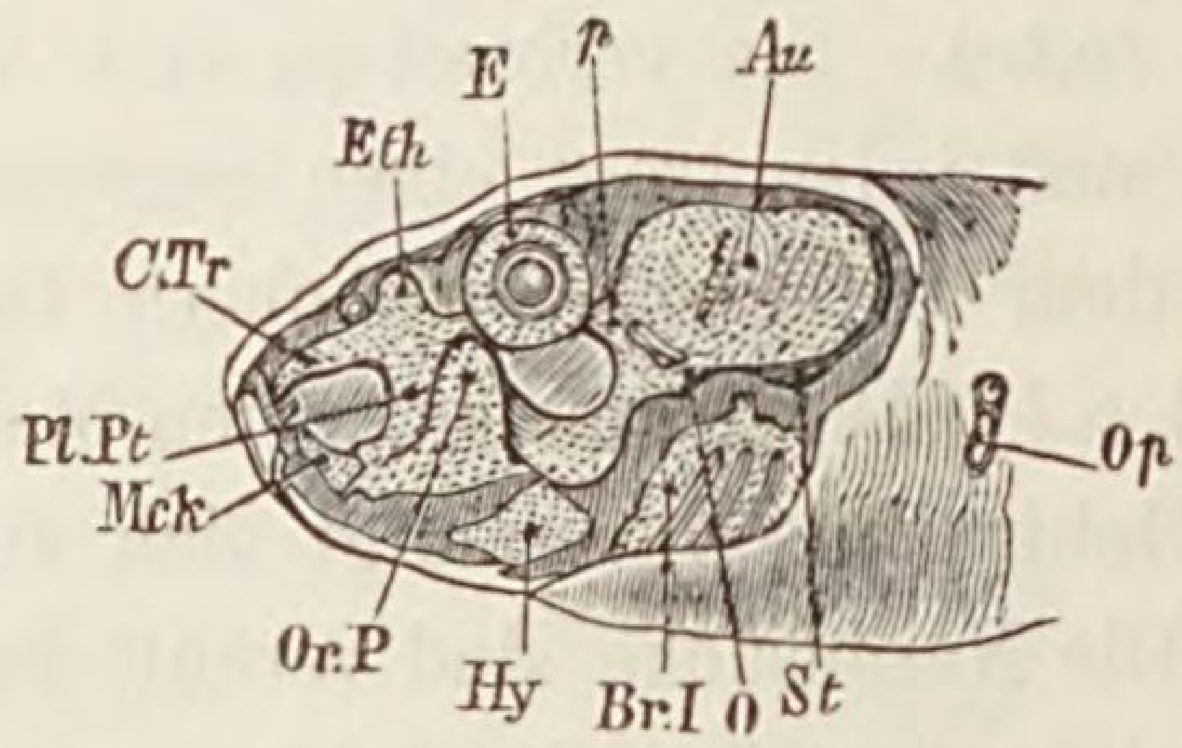
340. Die Ohrkapsel hat ihr einfaches äusseres Ansehen und die birnförmige Gestalt verloren, indem die Entwickelung der Ampullen und Canäle sie nach verschiedenen Richtungen ausdehnte. Die Kapsel ist in der Mitte oben zwischen den vorgewölbten Abschnitten hohl und springt nach aussen in der Gegend des horizontalen Canales weit vor, wodurch ein pterotischer Wulst entsteht, die Anlage eines Tegmen Tympani. Die Fenestra ovalis, unten und seitlich gelagert, ist von länglich ovaler Gestalt und von Membran erfüllt, in welcher der Stapes bereits verknorpelt ist.

341. Zwischen der Ohrkapsel und der Umhüllung der Schädelhöhle findet eine vollständige Verschmelzung statt. Der Nervus glossopharyngeus durchbohrt das hintere Ende der Kapsel an der Unterseite und der Vagus tritt zwischen ihr und dem Occipitalknorpel aus. Das Ganglion Gasseri dagegen *(gg)* liegt der Gegend des Prooticums dicht an, gegenüber dem Ende der Chorda, und die Äste des Trigeminus treten oberhalb des Pediculus des Suspensoriums aus dem Schädel aus. Der Facialis entspringt von demselben Ganglion, wendet sich um die Vorderseite der Kapsel herum und gelangt hinter dem Suspensorium zur Vertheilung. Der Hörnerv endlich tritt unterhalb der Vereinigung des vordern und hintern Canales in die Ohrmasse herein.

342. Der Mandibularbogen hat eine sehr complicirte Gestalt erlangt. Das Suspensorium hat beinah ebenso an Länge zugenommen

wie die Trabeculae und verläuft nahezu parallel mit der Axe des Schädels. Sein hinteres Ende aber wendet sich nach innen und oben und gibt zwei Ausläufer ab. Der vordere und längere, der **Pediculus** (Fig. 35, *p*), fliesst mit der Basis und der Seitenwand des Schädels unmittelbar vor der Ohrkapsel zusammen; der hintere Fortsatz *(o)*

Fig. 35.



Kaulquappe von ein Zoll Länge. Seitenansicht des Schädels nach Wegnahme der Haut.

au Ohrkapsel; *e* Augapfel; *eth* Ethmoidalabschnitt; *c.tr* Cornu Trabeculae; *p* Pediculus; *o* primärer Processus oticus des Suspensoriums; *or.p* Orbitalfortsatz; *pl.pt* Palatopterygoidstreifen; *mck* Meckel'scher Knorpel; die Labialknorpel sind nur undeutlich sichtbar; *hy* Hyoidstreifen; *br.1* erster Kiemenbogen; die epibranchiale Verbindung der Kiemenbogen ist sichtbar; *st* Stapes; *op* Opercularöffnung.

legt sich dicht der vordern äussern und der obern Fläche derselben Kapsel an, indem er sich über den Facialis hinüber wölbt. Zwischen der Kapsel und den zwei Ausläufern des Suspensoriums bleibt ein sanduhrförmiger membranöser Raum übrig.

343. Der praecraniale Theil des Suspensoriums nimmt mehr als die Hälfte seiner ganzen Länge ein, indem er sich vom Pediculus bis zur Palatinvereinigung erstreckt. Das Suspensorium liegt auf tieferem Niveau als der Schädelgrund und dem entsprechend ist das membranöse **Subocular-Fenster** *(s.o.f)* ziemlich schief gelagert. Der Augapfel liegt oberhalb desselben und ist an der Oberfläche des Kopfes wohl sichtbar. Der Schläfenmuskel befestigt sich an einem grossen Theile des denselben umgebenden Knorpels und wird seinerseits von vorn und aussen durch den Processus orbitalis *(or.p)* bedeckt, welcher sich vergrössert, in die Höhe erhoben und über die Seite des Gesichtstheiles hinweg gekrümmt hat. Der Palatinstreifen bleibt als kleiner schmaler Stiel bestehen, aber er entwickelt ebenfalls von seinem hintern Rande eine dünne, rückwärts wachsende Knorpelplatte, ziemlich ähnlich dem Processus orbitalis.

344. Vor dem Palatinabschnitt findet sich das kurze und kräftige Quadratende des Suspensoriums in Gelenkverbindung mit dem Meckel'schen Stabe, welcher noch sehr kurz ist und sich beinah vertical nach oben und innen wendet, so dass er sich dicht an das Trabecularhorn anlegt, wenn der Mund geschlossen ist. Sein proximales Ende ist tief und rundlich eingeschnitten, um auf das Quadratum zu passen, und mit seinem anderseitigen Genossen verbindet er sich durch fibröses Gewebe.

345. Dieser Meckel'sche Stab scheint bis jetzt nicht von besonderer functioneller Wichtigkeit zu sein; schon seine Richtung deutet dies an. Der vordere Abschnitt beider Kinnladen wird von dem obern und untern Lippenknorpel eingenommen. Das obere Paar stellt beinah verticale, sichelförmige Lappen von festem hyalinem Knorpel dar, auf dem Querschnitt dick und herzförmig erscheinend, mit einem dicken obern Rande, welcher ausgehöhlt ist, um das herabgekrümmte Ende des Trabecularhornes zu umfassen. Die untern Labialknorpel sind trommelschlägelförmige Stäbe, deren unteres Ende am dicksten ist, während das obere Ende sich an die vordere Fläche des Meckel'schen Knorpels nahe der Symphyse befestigt. Sie stossen unten beinah zusammen.

346. Die Mundöffnung ist sehr klein, nahezu vertical gestellt und zum Saugen eingerichtet; aber eine hornige, zahntragende Platte hat sich vor jeder Kinnlade zwischen dem Labialknorpel und der Haut entwickelt. Die obere Platte liegt hinter dem entsprechenden Labialknorpel; die untere befindet sich eher unter als hinter demselben. Die Ränder der Lippen sind neben den beiden Hauptplatten gleichfalls mit kleinen gekrümmten Zähnchen bedeckt. Etwas hinter dem Munde erweitert sich die Mundhöhle und zeigt seitliche Winkel wie auch eine tiefe eckige Grube zwischen den beiden Labialknorpeln. Weiter nach hinten vereinfacht sich der Umriss der Höhlung, indem sie weiter und weniger tief wird und ihre seitlichen Winkel sich nach unten zwischen den Meckel'schen und den Quadratknorpel fortsetzen.

347. Der Hyoidbogen (Fig. 35, *hy*) bleibt vollkommen unterhalb des Suspensoriums; jede Hälfte desselben stellt eine breite und massive, ungefähr vierseitige Platte dar, welche inwendig von einer vordern-untern und einer hintern-obern Grube ausgehöhlt wird. Ihr am höchsten erhobener (medianer) Theil articulirt vermittelst eines schwachen Kugelgelenkes mit der untern Fläche des Suspensoriums unterhalb des hintern Randes des Orbitalfortsatzes. Sein stumpfes vorderes-unteres

Ende dagegen steht in Gelenkverbindung mit dem kleinen erbsenförmigen Basihyale.

348. Die vier Kiemenbogen sind vollständig entwickelt und haben sich seit dem letzten Stadium beträchtlich verändert. Sie sind sämmtlich sowohl oben als unten mit einander verschmolzen in Folge der Ausbildung eines continuirlichen Knorpelstreifens. Von dem epibranchialen Verbindungsstreifen entspringen gegenüber dem zweiten Kiemenbogen zwei bis drei schmale Fortsätze. Die ventrale Verbindung articulirt jederseits mit dem rundlichen ersten und dem rudimentären zweiten Basibranchiale. Dieser Hypobranchialabschnitt, hinter dem Basibranchiale, liegt über dem Herzbeutel, und die Bogen krümmen sich so stark und ragen so weit nach aussen in die Seitenwände des Schlundes vor, dass die hypobranchiale und die epibranchiale Verbindung nahezu auf gleichem Niveau liegen und die Bogen, welche ursprünglich unmittelbar unter der Haut und parallel den Seiten des Gesichtstheiles lagen, nun gleich Hängematten schief im Schlunde hängen. Der erste und der vierte Bogen sind höckerig und krumm und ausserordentlich dünn. Alle sind mit quergestellten Papillen bedeckt, welche die sehr reichlich entwickelten Kiemenbüschel tragen [1].

349. Wir können nun einen Blick auf dieses ausserordentlich interessante Stadium zurückwerfen. Wenn der Leser eine Vergleichung zwischen der hier beschriebenen Form und dem Schädel des ausgewachsenen Frosches anstellt, so wird er kaum anders können, als im höchsten Grade erstaunt zu sein über den Gegensatz zwischen beiden, und er mag sich wenden wohin er will in dem weiten Gebiete der Morphologie des Schädels, stets wird er, wenn er mit vergrösserter Kenntniss und weiter entwickeltem Denken zurückkehrt, beim Studium dieses winzigen Schädels sich nur noch tieferer Einsicht verbunden mit grösserer Bewunderung fähig finden. Die Abbildungen auf Tafel V und VI in den Philosophical Transactions des Jahres 1871 werden sich stets fruchtbar erweisen, wenn man sie wieder und wieder betrachtet. Ein seichtes knorpeliges Bett unterstützt das Gehirn und in Verbindung mit ihm steht hinten ein paar ballförmige Massen, welche die Gehörorgane enthalten. Auseinandergehende Hörner vor der Gehirnkapsel tragen die grossen Lippenknorpel. Die eigentliche

[1] Eine ausführliche Beschreibung der Kiemenbüschel von *Rana pipiens* ist zu finden in Philos. Transactions 1871, p. 156.

Mundhöhle liegt vollständig vor der Schädelhöhle; es finden sich Rudimente des künftigen Ober- und Unterkiefers, aber sie stehen ganz anders, als ihre Richtung später sein wird, während grosse vorübergehende Labialknorpel unter den Geweben am Mund hervortreten. Der Mund ist zum Saugen eingerichtet, besitzt aber doch ein Paar vorübergehender horniger Zahnplatten nebst andern kleinen Zähnchen. Die Seite des Gesichts wird von einem breiten Subocularband durchschnitten, welches hinten und vorn mit dem Schädelknorpel zusammenfliesst, und von seinem nach vorn gerichteten Winkel entspringt eine Lamelle, um sich als Dach über den Schläfenmuskel zu legen. Der Hyoidbogen hat eine massive und sonderbare Form, welche jedoch nur eine sehr untergeordnete Rolle beim ganzen Gebilde zu spielen scheint, und die Kiemenbogen, zu einem complicirten Flechtwerk gestaltet, oben und unten mit einander verbunden und in den Seiten des Schlundes beinah zum Kreis zusammen gebogen, stehen auf der Höhe ihrer aufsteigenden Entwickelung, von welcher sie bald herabsinken, um ganz zu verkümmern.

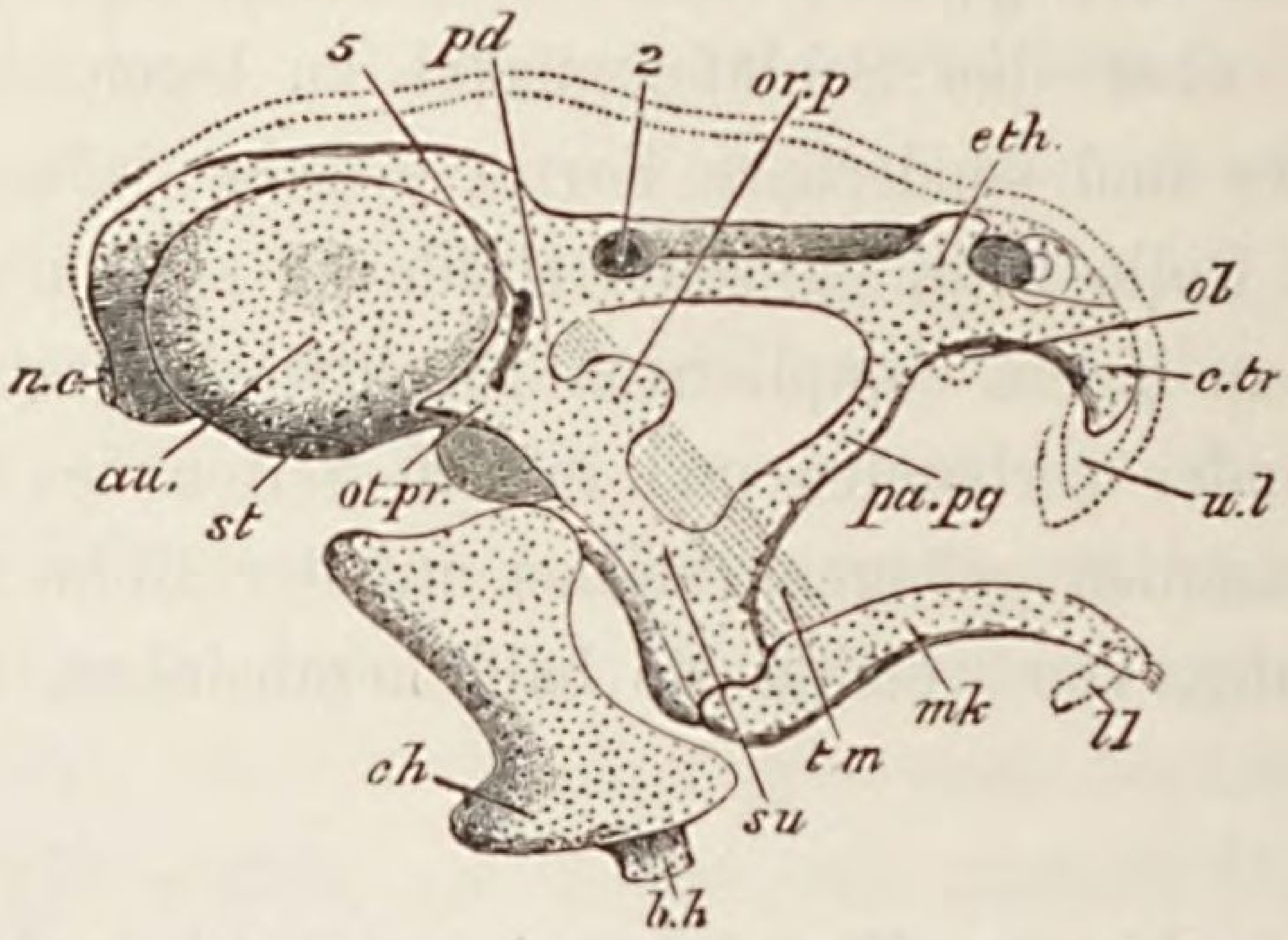
Viertes Stadium: Kaulquappen mit schwindendem Schwanze.

350. In diesem Stadium betrachten wir die Veränderungen, welche während des allmählichen Verschwindens des Schwanzes am Schädel Platz greifen. Bevor man die vordern Gliedmaassen äusserlich bemerken kann, verlängert sich schon der Unterkiefer bedeutend, und das Suspensorium, welches nicht so rasch an Grösse zunimmt wie die übrigen Gebilde, scheint in Folge dessen nach aussen und hinten gedrängt worden zu sein, während sich der Palatinstreifen bedeutend verlängert hat. Zu der Zeit, wo die vordern Gliedmaassen herausgetreten und der Schwanz auf die Hälfte seiner ursprünglichen Länge reducirt ist, besteht die Gehirnkapsel vollkommen aus Knorpel. Wenn der Schwanz ganz verschwunden ist, so sind bereits die meisten Schädelknochen sichtbar, blos das Sphenethmoid oder der „Gürtelknochen" bildet eine bemerkenswerthe Ausnahme. Das ganze Geschöpf hat sich schon weit vom Fischtypus entfernt und ist in vielen Hinsichten bereits amphibienartig geworden.

351. Der Boden des Schädels setzt sich aus beinah continuirlichem Knorpel zusammen, der zugleich ein nahezu gleichmässiges Niveau zeigt. Der intertrabeculare Raum ist vollständig verknorpelt,

aber hinter dem Pituitarkörper bleibt noch ein dreieckiges medianes Fenster übrig, dessen Basis nach vorn gekehrt ist. Es scheint theilweise ein Überrest des Intertrabecularraumes zu sein, theilweise aber auch von der Spalte zwischen den Parachordalstreifen herzustammen, welche nicht mehr von der Chorda eingenommen wird. In der Basioccipitalregion liegt der gallertartige Überrest der Chorda, in einer tiefen medianen Grube im Knorpel.

Fig. 36.



Kaulquappe, deren Schwanz zu schrumpfen beginnt. Seitenansicht des Schädels, ohne die Kiemenbogen.

n.c Chorda; *au* Ohrkapsel; zwischen ihr und *eth* ist die niedrige Seitenwand des Schädels sichtbar; *eth* Ethmoidalregion; *st* Stapes; *5* Austrittstelle des Trigeminus, *2* des Sehnerven; *ol* Riechkapseln; es sind beide sichtbar, weil der Schädel schwach geneigt ist; *c.tr.* Cornu Trabeculae; *u.l* oberer Labialknorpel im Umrisse; *su* Suspensorium; *pd* dessen Pediculus; *ot.pr* dessen Ohrfortsatz; *or.p* dessen Orbitalfortsatz; *t.m* Schläfenmuskel, durch punktirte Linien angedeutet, welche unter dem Orbitalfortsatz durchgehen; *pa.pg* Palatopterygoidstreifen; *mk* Meckel'-scher Knorpel; *l.l* unterer Labialknorpel im Umriss; *c.h* Ceratohyale; *b.h* Basihyale. Der obere Umriss des Kopfes ist durch punktirte Linien angedeutet.

352. Die Seitenwände des Schädels sind vollständig und fliessen mit dem Boden sowohl wie mit den Ohrkapseln zusammen; oben bilden sie eine schwach eingebogene Einfassungsleiste im Dache. Das vordere Ende des Schädels ist schwach concav und wird zu beiden Seiten der Mittellinie von den Riechnerven durchbohrt. Der Sehnerv tritt nicht weit von der Ohrkapsel aus der Seitenwand heraus. Das knorpelige Supraoccipitaldach erstreckt sich bis über das vordere Ende der Ohrkapsel, wird aber beiderseits in seiner vordern Hälfte unvollständig, indem zwei ovale Parietalfontanellen offen bleiben. Der Schädel und die periotischen Knorpel bilden eine einzige breite, zusammenhängende

Masse. Das Schädeldach ist in seinen vordern zwei Dritttheilen membranös, wodurch eine längliche Fontanelle gebildet wird.

353. In den ersten Zeiten dieses Stadiums bleiben die Trabecularhörner noch von einander gesondert, obgleich der hintere Commissur-(Ethmoidal-) Abschnitt ausgedehnter ist als früher. Die Hörner werden breiter und flachen sich mehr ab, nähern sich auch in der Mittellinie einander. Die Nasensäcke kommen allmählich oberflächlich auf dieselben zu liegen. Vorn werden die Säcke durch zartes Gewebe von einander getrennt, hinten aber befindet sich zwischen ihnen eine verticale Knorpelplatte, die rudimentäre Nasenscheidewand, welche von der sich verdickenden Ethmoidalregion vor der Gehirnkapsel herauswächst. Der Ethmoidalknorpel geht unmittelbar in die Palatinverbindung in der Antorbitalgegend über (Fig. 36).

354. Später gelangen die Scheidewand, die Hörner und der Ethmoidalabschnitt zur vollständigen Verwachsung und die ursprünglichen Hälften der Trabeculae lassen sich blos noch vorn und aussen unterscheiden, wo die äussersten Enden der Hörner als schmale Nasenfortsätze von der Vorderseite und der untern Wand der Nasenkapsel nach innen vorspringen. Die letztere wird beinah vollständig von Knorpel umhüllt; die Scheidewand ist nach vorn bis zur Spitze des Kopfes vorgewachsen; der Boden derselben wird von den abgeflachten Hörnern gebildet und ein continuirliches Aliseptaldach wächst von der obern Kante der Scheidewand und des Ethmoidalabschnittes nach aussen und biegt sich abwärts, um in die äussere Nasenwand überzugehen.

355. Die äussern Nasenlöcher liegen an der obern Fläche des Gesichtstheils sehr nahe seinem vordern Ende. Sie werden von vornher durch einen isolirten, aber sehr kleinen Prorhinalknorpel begrenzt, welcher vom obern Labialknorpel stammt, dessen unterer Theil sich gesondert hat und vom Praemaxillare bedeckt wird, während die Aliseptallamelle sich nach hinten herumwendet und dieselben von unten und aussen umgrenzt. In dieser äussern Umgrenzung entsteht ein ektostotischer Rhinalknochen, welcher sich in der äussern Wand bis zum Boden der Nasenkapsel herab ausdehnt. Das Dach der Höhlung liegt zum grössten Theil hinter dem äussern Nasenloch, so dass eine nach hinten und aussen gerichtete Alinasaltasche entsteht, welche von der ethmoidalen Schädelwand und dem Palatinstreifen deutlich gesondert ist. Der Knorpel krümmt sich unten und aussen als sichelförmiger Fortsatz nach unten, um das innere Nasenloch zu umfassen

(welches weiter hinten liegt als das äussere), wobei er mit dem grössten Theil des Bodens der Nasenhöhle in Verbindung tritt. Die innern Nasenlöcher werden von einander durch eine verhältnissmässig breite Basinasalplatte getrennt.

356. Auf früheren Stadien fanden wir das Unterkiefer-Suspensorium als Subocularstreifen, welcher parallel mit der Schädelwand verlief und vorn durch einen kurzen Gaumenstiel mit derselben verbunden war. Der letztere verlängert sich allmählich nach hinten und aussen hin, so dass der ursprüngliche Subocularstreifen schliesslich ganz hinter den Augapfel zu liegen kommt, nachdem er zuerst ein Stadium durchlaufen hatte, in welchem er mit dem Palatinum die Form eines V bildete, dessen Winkel unter dem Auge lag (Fig. 36). Endlich wird das Palatinum selbst (oder das Palatopterygoid, wie wir es jetzt nennen können), zu einem Subocularstreifen, der nahezu parallel mit der Schädelwand verläuft, aber hinten auf ein tieferes Niveau herabsteigt. Das Suspensorium, erheblich kürzer als das Palatopterygoid, ist nach vorn, aussen und unten gewendet und bildet einen Winkel von ungefähr 50° mit der Schädelaxe (Fig. 37).

357. Der vordere oder Gaumentheil des Subocularstreifens bleibt mit dem seitlichen Ethmoidalabschnitt des Schädels vermittelst eines kurzen queren Fortsatzes unterhalb des Alinasalknorpels in Verbindung; derselbe gibt auch nach vorn und aussen einen kurzen Praepalatinsporn ab. Der Palatinabschnitt grenzt sich bald von dem Pterygoidabschnitt ab durch das Auftreten einer Einschnürung am vordern Dritttheile des Streifens. Hinten hängt das Pterygoid continuirlich mit dem Suspensorium an einer zwischen seinem mittleren und untern Drittel liegenden Stelle zusammen.

358. Der Orbitalfortsatz, früher von so beträchtlichem Umfange, nimmt nicht in demselben Maasse an Grösse zu wie das Suspensorium. Das letztere hat sich nach vorn vom Orbitalfortsatze verlängert, welcher in Folge dessen, statt vor dem Auge zu liegen, seine Lage vollständig hinter demselben erhält, wobei er einen Theil der hintern Fläche des Schläfenmuskels bedeckt (Fig. 36, *or.p*). Schliesslich wird er zu einer ganz unbedeutenden dünnen Lamelle an der vordern Kante des Suspensoriums.

359. Die obere oder Metapterygoidregion des Suspensoriumknorpels differencirt sich mehr und mehr in einzelne Abschnitte, obgleich

seine Grösse im Verhältniss zum unteren oder Quadratabschnitt abgenommen hat. Die Befestigung am Schädelboden bleibt bestehen, aber der ursprüngliche hintere Fortsatz verbreitert sich zunächst zu einer dreieckigen Lamelle und gliedert sich dann vollständig ab, um sich auf einem späteren Stadium in den Annulus tympanicus umzubilden (Fig. 38, *a.t*). Die obere hintere Ecke, von welcher dieser Knorpel sich abgelöst hat, stellt einen rundlichen Processus oticus dar, welcher der äussern Hälfte des vordern Abschnittes der Ohrkapsel angelagert ist. Die hintere Kante des Haupttheiles des Suspensoriums wird dünn und schalenförmig mit nach innen gewendeter Convexität und nach aussen gewendeter Concavität.

360. Das distale Ende des Suspensoriums *(su)* ist concav-convex und passt genau auf den Condylus des stark verlängerten S-förmigen Unterkiefers *(mk)*. Der letztere ist hinten dick und vorn zugespitzt, sein Verlauf ist nach vorn und innen gerichtet, nahezu parallel mit dem Schädelboden. Der untere Labialknorpel kommt zur Vereinigung mit dem Symphysenende des Meckel'schen Knorpels. Der Facialis tritt vor dem periotischen Knorpel aus dem Schädel heraus und verläuft längs der Innenseite des hinteren Randes des Suspensoriums nach unten und vorn, wo er sich in eine Chorda tympani oder einen Unterkieferast und zwei kleinere Zungenbeinäste theilt.

361. Der Zungenbeinbogen verliert seine rautenförmige Gestalt und verlängert sich, indem er mit dem mittlern und obern Theile des Hinterrandes des Suspensoriums statt mit einer seinem distalen Ende nahe gelegenen Stelle in Gelenkverbindung tritt. Er hat sich oben und unten verbreitert, in der Mitte aber etwas verschmälert. Im weiteren verschmilzt er sehr früh mit dem zarten unpaarigen Basihyale, so dass die Bogen der gegenüberliegenden Seiten unten ineinander übergehen. Eine ähnliche Verschmelzung findet zwischen dem Basihyale und dem Basibranchiale statt, wodurch also der Hyoidbogen und die Kiemenbogen zu einem Hypobranchialsystem verschmelzen. Die hypobranchialen Abschnitte haben gleichfalls ihre gesonderte Existenz an diese breite medioventrale Knorpelplatte hingegeben. Der erste und der vierte Kiemenbogen verlieren ihre abgeflachte, ausgebreitete Form und alle werden sehr schlank (Fig. 37). Jedes epibranchiale Verbindungsstück aber sendet eine Reihe von sechs zahnförmigen Lappen nach oben; später verkümmern diese Fortsätze wieder und gehen in

fibröses Gewebe über, während ein von der hypobranchialen Region des ersten und zweiten Bogens entwickelter Fortsatz sich verlängert, indem er von der Mittellinie nach der Seite strebt.

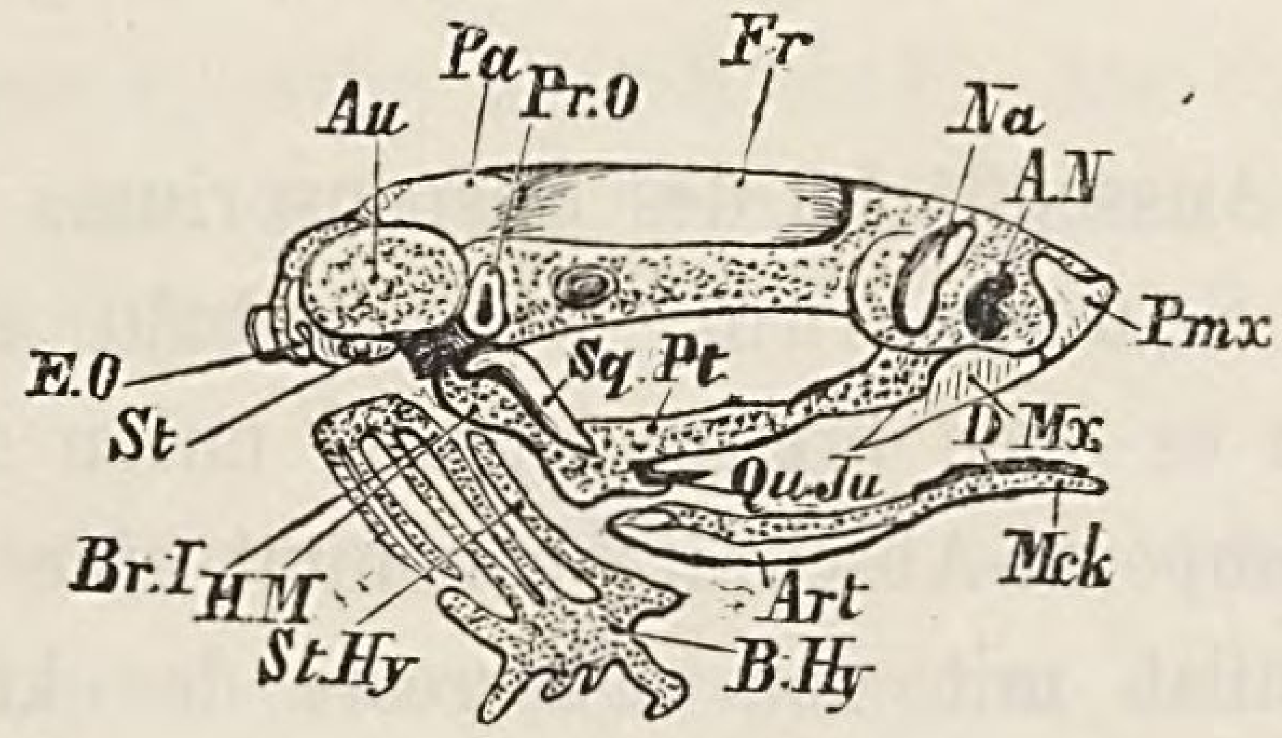
362. Die Verknöcherung beginnt in dem fibrösen Gewebe des Schädeldaches, sobald der Schwanz an Grösse abzunehmen anfängt. Sie schreitet noch vor dem Ende dieses Stadiums ausserordentlich weit vor. Knochen, welche das Knorpel-Cranium betreffen, entstehen erst mehrere Wochen später als die frühesten Hautknochen, aber doch mögen sie zuerst Erwähnung finden. Es sind deren zwei Paar, die Prootica und die Exoccipitalia (Fig. 37, *pr.o, e.o*). Das Prooticum umfasst den Trigeminus bei seinem Austritte aus dem Schädel und erstreckt sich unter dem vordern Theile der Ohrkapsel entlang und in der Seitenwand des Schädels vor derselben nach oben, so dass es sichelförmig erscheint. Das Exoccipitale ist sehr ähnlich gestaltet, indem es die Austrittstelle des Nervus vagus umgibt, die Basis des dahinter liegenden Gelenkhöckers und ebenso den hintern Theil der periotischen Masse vor ihm zur Verknöcherung bringt. Diese Knochen entstehen zu allererst im Perichondrium und in den oberflächlichen Zellen des Knorpels (superficiale Endostose), sie breiten sich aber dann weiter aus und verknöchern die ganze Masse des Knorpels.

363. Zwei Paar von Parostosen entstehen auf dem Schädeldache. Die vordern (Frontalia) bedecken den Theil zwischen den Ohrkapseln und dem vordern Theil der Schädelhöhle. Sie sind viel länger als die Parietalia *(pa)*, welche dicht nebeneinander zwischen den vordern Abschnitten der Ohrkapseln liegen. Später beginnen das Parietale und das Frontale auf jeder Seite mit einander zu verwachsen. Die Frontalia bedecken die grosse Fontanelle am Vorderende nicht vollständig; die Parietalia scheinen ausschliesslich auf Knorpel zu liegen, aber doch ist das Schädeldach unterhalb der Mitte eines jeden Knochens unvollkommen. Die Nasalia *(na)* entstehen als kleine Plättchen über der Mitte jeder Nasenkapsel und werden zu halbmondförmigen Knochen mit nach vorn und aussen gewendeter Concavität.

364. Das Parasphenoid liegt dem Schädelboden von der Ethmoidalgegend bis beinah zum hintern Ende des Basioccipitalabschnitts von unten an, wobei es unten convex und fast keilförmig, auf seiner obern Fläche ausgehöhlt erscheint. Es ist beinah so breit wie die knorpelige Basis des Schädels, welcher es sich dicht anlegt. In seinen vordern zwei Dritttheilen ist es zungenförmig und hinten zugespitzt.

In der Mitte des periotischen Abschnitts bekommt es jederseits einen basitemporalen Flügel, welcher mit scharfer Spitze nahe dem Foramen ovale endigt. Wenn das Parasphenoid diese ausgebildete Form erreicht hat, sind die Vomerknochen nur erst kleine, unregelmässige Knochenplättchen auf der Oberfläche des Gaumens, etwas nach innen von den untern Nasenlöchern gelagert.

Fig. 37.



Junger Frosch, dessen Schwanz soeben resorbirt ist. Seitenansicht des Schädels.

Au Ohrkapsel; vor derselben die Seitenwand des Schädels; *an* vorderes Nasenloch; *st* Stapes; *mck* Meckel'scher Knorpel; *b.hy* Basihyobranchialplatte; *st.hy* Stylohyale oder Ceratohyale; *br.1* erster Kiemenbogen.

Knochen: *e.o* Exoccipitale; *pr.o* Prooticum; *pa* Parietale; *fr* Frontale; *na* Nasale; *pmx* Praemaxillare; *mx* Maxillare; *pt* Pterygoid; *sq* Squamosum; *qu.ju* Quadratojugale; *art* Articulare; *d* Dentale.

365. Das Praemaxillare *(pmx)* und das Maxillare *(mx)* entstehen vor dem Vomer. Das erstere tritt als kurzer dicker Streifen auf, welcher vor dem Rhinalfortsatz gelagert ist, mit einem Nasenfortsatz an der obern Fläche des Gesichtstheils. Die beiden Praemaxillaria stossen in der Mittellinie zusammen, aber ihre Nasenfortsätze werden durch eine kreisförmige membranöse Lücke getrennt. Die Maxillaria sind griffelförmige Knochen, welche die Richtung der Praemaxillaria in der Oberlippe fortsetzen, so dass sie mit ihnen einen Theil einer hyperbolischen Curve darstellen. Sie besitzen eine aufsteigende Lamelle beinah über ihre ganze Länge hin und endigen hinten zugespitzt ausserhalb des Praepalatinsporns des Palatinknorpels. Sie erscheinen vielmehr als Knochensplitter auf der Nasenkapsel als auf dem Palatinstreifen. Im obern Rande der Mundspalte findet sich eine ligamentöse Verbindung zwischen dem Ende des Maxillarknochens und der Gelenkregion des Quadratums.

366. Zarte Knochensplitter trifft man in der fibrösen Masse an, welche die innere Fläche des Suspensoriums und des Pterygoidknorpels

bekleidet. Die Pterygoid-Lamelle *(pt)* wird unmittelbar am Suspensorium etwas dicker, erstreckt sich aber längs dessen vorderem und innerem Rande in Gestalt einer Nadel (welche sich zu oberst wieder in ein spatelförmiges Gebilde ausbreitet) nach oben. Daneben liegt eine besondere ektostotische (Metapterygoid-) Platte, welche die innere convexe Seite des hintern Abschnittes des Suspensoriums umfasst. Nahe dem Quadratgelenkhöcker ist ein Quadratojugale *(qu.ju)* aufgetreten, das sich als kleiner Griffel gegen das Maxillare hin erstreckt.

367. An der Aussenfläche des Suspensoriums entsteht sehr früh eine Parostose, das Squamosum, welches bald eine S-förmige Gestalt erlangt, indem es oben breiter ist und unten sich zuspitzt. Sein oberer oder Supratemporal-Abschnitt bekommt eine Ausdehnung in die Quere und verschmilzt mit dem Überreste des knorpeligen Orbitalfortsatzes. Das Dentale und das Articulare *(d, art)* entstehen zuerst auf ähnliche Weise als dünn gefensterte Platten in inniger Berührung mit dem Meckel'schen Knorpel oder wenigstens nur schwach durch eine fibröse Schicht von demselben getrennt. Das Dentale liegt anfänglich auf der Aussenfläche der vordern Hälfte des Unterkiefers, das Articulare an der innern und untern Fläche der hinteren zwei Dritttheile, ohne jedoch bis zur hintern Ecke zu reichen.

368. Die Schädelhöhle ist nun zum grössten Theil von Knorpel umhüllt, der nur in geringer Ausdehnung von Knochen verdrängt worden ist. Der nasale Abschnitt hat eine bestimmte Form erlangt, indem er in continuirlicher Verbindung mit den ursprünglichen Trabecularhörnern steht, welche die nasalen Riechkapseln bilden und für die vorderen Knochen der Kinnlade die Basis liefern. Statt eines Subocularstreifens des Suspensoriums ist der Palatopterygoidknorpel in eine suboculare Lage gelangt; das Suspensorium selbst ist immer noch etwas nach vorn gewendet, erstreckt sich aber auch bedeutend nach aussen. Es hat sich am proximalen Abschnitt differencirt, indem es die Lamelle für den Annulus tympanicus abgab und einen neuen einfachen Ohrfortsatz wie auch einen abgerundeten Gelenkhöcker an seinem innern cranialen Fortsatze oder Pediculus bildete; die Orbitallamelle ist jetzt ganz unbedeutend geworden. Die Umbildung des Zungenbeins und des Kiemenbogenapparates ist sehr beträchtlich und strebt bereits der Bildung einer einfachen ausgebreiteten Basalplatte

nebst eines stabförmigen Hyoidgriffels und dem Verschwinden der Kiemenbogen entgegen.

369. Die am Schlusse dieses Stadiums vorhandenen Knochen sind folgende: Exoccipitalia und Prootica; Parasphenoid, Parietalia und Frontalia; Nasalia, Praemaxillaria, Maxillaria, Vomeres und Rhinalia; Pterygoidea, Metapterygoidea, Quadratojugalia und Squamosa; endlich Dentalia und Articularia. Es ist wohl zu beachten, wie unbestimmt die Grenzen zwischen Parostosen und Ektostosen in den früheren Stadien der Verknöcherung beim Frosch sind: die sogenannten „Haut"-knochen entstehen zum grössten Theil in unmittelbarster Berührung mit den Flächen des Knorpels.

Fünftes Stadium: Der Frosch im ersten Sommer.

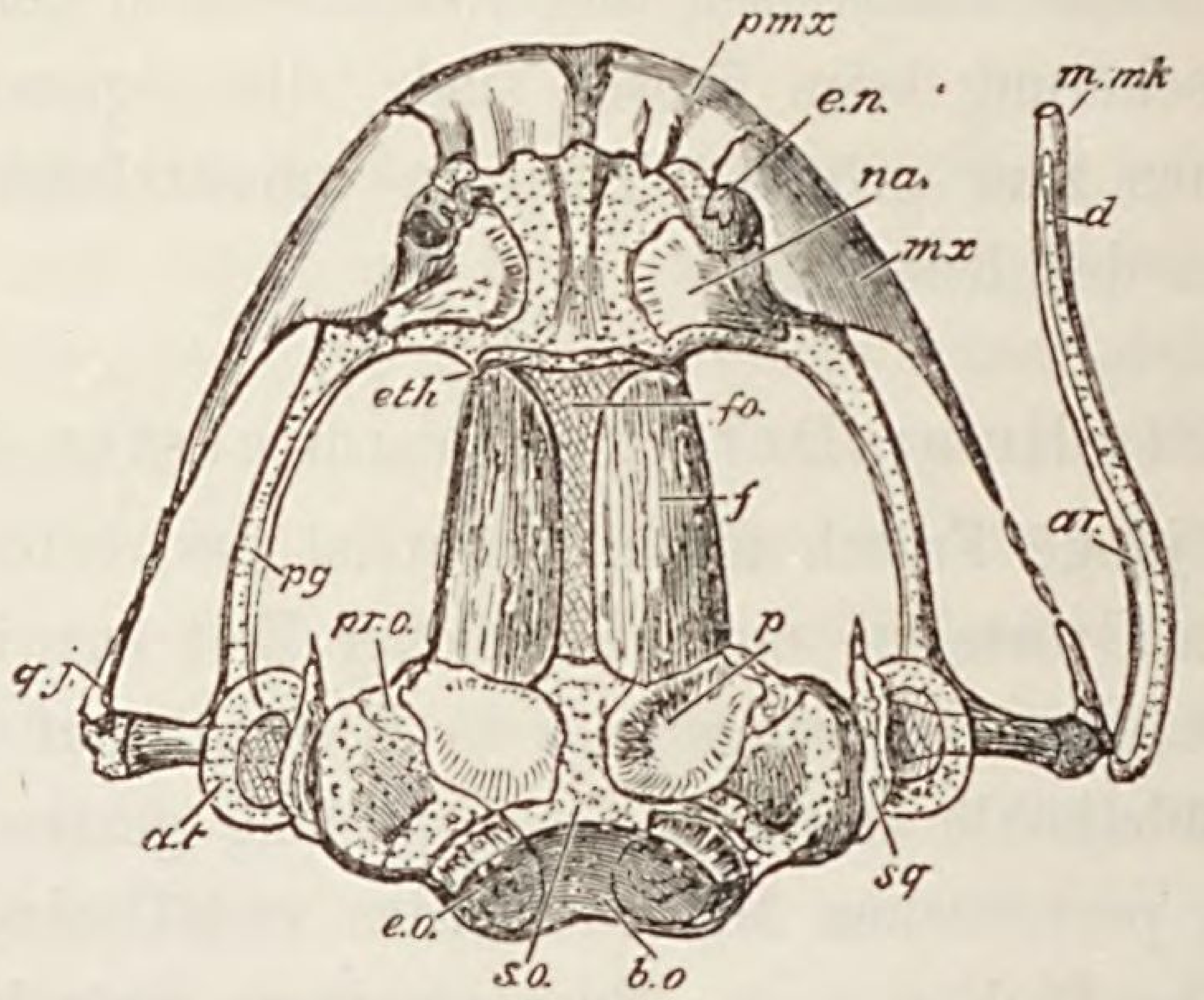
370. Der junge Frosch nimmt während des ersten Sommers um das dreifache an Grösse zu und zu gleicher Zeit entwickelt sich sein Schädel ganz bedeutend, vorzugsweise in Hinsicht auf die Verknöcherung. Die Schädelhöhle erscheint weniger lang gestreckt und hinten verbreitert; die periotischen Massen werden verhältnissmässig breiter, aber kürzer. Die Richtung des Suspensoriums verändert sich durch die allmähliche Zurückdrängung seines untern Endes (Fig. 38).

371. Die Prootica und die Exoccipitalia nehmen auf Kosten des sie umgebenden Knorpels bedeutend an Grösse zu und umschliessen vollständig den Trigeminus und den Vagus. Ein neuer Knochen, welcher in seiner spätern Ausbildung grosses Interesse bietet, tritt als schmaler quergelagerter Splitter in der Ethmoidalregion auf und stellt unmittelbar die vordere Wand der Schädelhöhle dar. Dieser Knochen, welcher als wahres Ethmoid entsteht, muss dann später als Sphenethmoid *(eth)* bezeichnet werden; er besitzt sowohl ektostotische als endostotische Theile, welche zu gleicher Zeit gebildet wurden. Auf dieser Stufe kann jedoch weder von der Seite noch von unten her eine Spur von ihm gesehen werden.

372. In anderen Theilen des Schädelknorpels beginnen die peripherischen Zellen unmittelbar zu verkalken, aber diese Knochenmasse wird nicht in Form von Würfeln abgelagert wie bei den Selachiern, noch auch in morphologisch bestimmten Abschnitten. Immerhin aber streben die Knochenkörnchen sich da zusammenzulagern, wo bei andern Formen ein eigentliches knöchernes Stück entstanden sein würde.

Die Gegend des Epioticum, des Supraoccipitale, des Pteroticum, des Basibranchiale und der obern und untern nasalen Abschnitte sind die Stellen, wo sich solche oberflächliche Endostosen nachweisen lassen. Die Knochenablagerung findet in sehr kleinen Körnchen statt, auch in halbmondförmigen Stücken, welche sich halb um eine Zelle herumlegen, und in gesonderten oder zusammenhängenden Ringen.

Fig. 38.



Junger Frosch, fast vom Ende des ersten Sommers. Obere Ansicht des Schädels, nachdem der linke Unterkiefer entfernt und der rechte nach aussen gelegt worden ist.

b.o Basioccipitaltheil; *s.o* Supraoccipitaltheil; *fo* Stirnfontanelle; *e.n* äusseres Nasenloch; nach innen davon die Internasalplatte; *a.t* Annulus tympanicus.

Knochen: *e.o* Exoccipitale; *pr.o* Prooticum, theilweise überlagert von *p*, Parietale; *f* Frontale; *eth* Rudiment des Sphenethmoids; *na* Nasale; *pmx* Praemaxillare; *mx* Maxillare; *pg* Pterygoid, theilweise den reducirten Knorpel umhüllend; *qj* Quadratojugale; *sq* Squamosum; *ar* Articulare; *d* Dentale; *m.mk* Mento-Meckel'sches Stück.

373. Das Frontale und das Parietale einer Seite lassen immer noch eine theilweise Naht zwischen sich erkennen. Das Parietale überdeckt den aufsteigenden Theil des Prooticums, das Frontale erstreckt sich bis zum vordern Ende der grossen Schädelfontanelle *(fo)* unmittelbar hinter dem eben erst auftretenden Sphenethmoid; die Parietofrontalia der gegenüber liegenden Seiten stossen noch nicht in einer irgend erheblichen Länge zusammen. Die Nasalia *(na)* haben ihre Gestalt ausserordentlich verändert; der obere Theil stellt nun eine breite, nahezu quadratische Platte dar mit einem schmalen, nach unten und aussen gegen den Ethmoidalknorpel verlaufenden Sporn; beide Nasalia sind weit von einander getrennt. Der Rhinalknochen ist als eine mit

Einkerbungen und Rinnen versehene Platte sichtbar, welche auf dem Boden eines jeden äussern Nasenloches liegt.

374. Das Praemaxillare und das Maxillare *(pmx, mx)* sind weit vorgeschritten und bereits mit Zähnen versehen. Ihre nasalen Fortsätze haben beträchtlich an Länge zugenommen, diejenigen der Praemaxillaria sind vollständig aneinander gelagert und verlaufen ziemlich in einer Ebene mit dem Niveau der beiden äussern Nasenlöcher; diejenigen der Maxillaria streben gegen die äussere Grenze der Nasenlöcher empor und sind hinten höher, wo sie gegen den Ethmoidalsporn der Nasalia stossen. Hinter diesem Abschnitte sinkt die Nasalplatte plötzlich herab und das Maxillare stellt nur noch einen griffelförmigen Knochen dar, welcher nach hinten bis in geringe Entfernung vom Quadratojugale verläuft. Die Gaumenlamellen der Praemaxillaria und der Maxillaria sind von geringerer Ausdehnung als ihre Nasenfortsätze; sie stellen dünne Blätter dar, welche sich hinten vollständig verlieren. Das Parasphenoid ist vorn breiter und im Ganzen viel dicker als früher; es reicht verhältnissmässig nicht so weit nach hinten als im vorhergehenden Stadium und erscheint vielmehr ausgerandet als zugespitzt. Seine basitemporalen Flügel sind länger und breiter und entsprechen der grösseren Breite der Gehörregion; ihre hintern Kanten stossen mit dem Vorderrande der Exoccipitalia zusammen. Die Vomerknochen haben sich zu sehr unregelmässig gestalteten, dreizipfligen Stücken entwickelt, welche hauptsächlich mit dem innern Rande der untern Nasenlöcher in Beziehung stehen, aber auch einen Sporn nach unten und innen gegen das Parasphenoid entsenden.

375. Der grosse suboculare Raum zwischen der Schädelwand und dem Palatopterygoidstreifen hat nun eine ziemlich ovale Gestalt erhalten. Der Praepalatinsporn am vordern äussern Winkel tritt sehr scharf hervor. Unterhalb des quergelagerten Theiles des Knorpels, zwischen diesem Abschnitte und der Ethmopalatin-Vereinigungsstelle, hat sich ein zarter, schwach gekrümmter schmaler Palatinknochen angelagert. Derselbe überdeckt beinahe, berührt aber nicht das griffelförmige ektostotische Pterygoid *(pg)*, welches an der innern Fläche des ganzen langgestreckten Theiles des Knorpels liegt und denselben von oben und unten zu umfassen strebt. Hinten entsendet das Pterygoid unter stumpfem Winkel einen Sporn, welcher zwei Dritttheilen des Suspensoriums anliegt; oben tritt es mit dem kleinen Metapterygoid in Verbindung und verschmilzt theilweise mit demselben.

376. Während des ersten Sommers zieht sich das Suspensorium, welches immer noch nach vorn gewendet war, als der junge Frosch das Wasser verliess, allmählich immer mehr zurück, so dass es schliesslich mehr als einen rechten Winkel mit dem vordern Theil des Schädels bildet. Der Pediculus, vermittelst dessen es mit dem Schädelknorpel verwachsen war, ist in fibröses Gewebe umgewandelt worden und der Zapfen darunter stellt einen besonderen breiten Gelenkhöcker dar, welcher mit der vordern seitlichen Ecke des Ohrknorpels von unten her articulirt. Der secundäre Ohrfortsatz ist vollständig mit dem obern seitlichen Rande der Ohrkapsel verschmolzen und überdacht die Paukenhöhle.

377. Der Meckel'sche und die Labialknorpel sind an der Symphyse durch einen kleinen soliden Mento-Meckel'schen Knochen *(m.mk)* auf jeder Seite verdrängt worden und das sehr zarte Dentale, das noch nicht halb so lang ist wie der ganze Unterkieferast, ist mit demselben verschmolzen. Der Haupttheil des ganzen Astes liegt in einem trogähnlichen ektostotischen Knochen, dem Articulare *(ar)*.

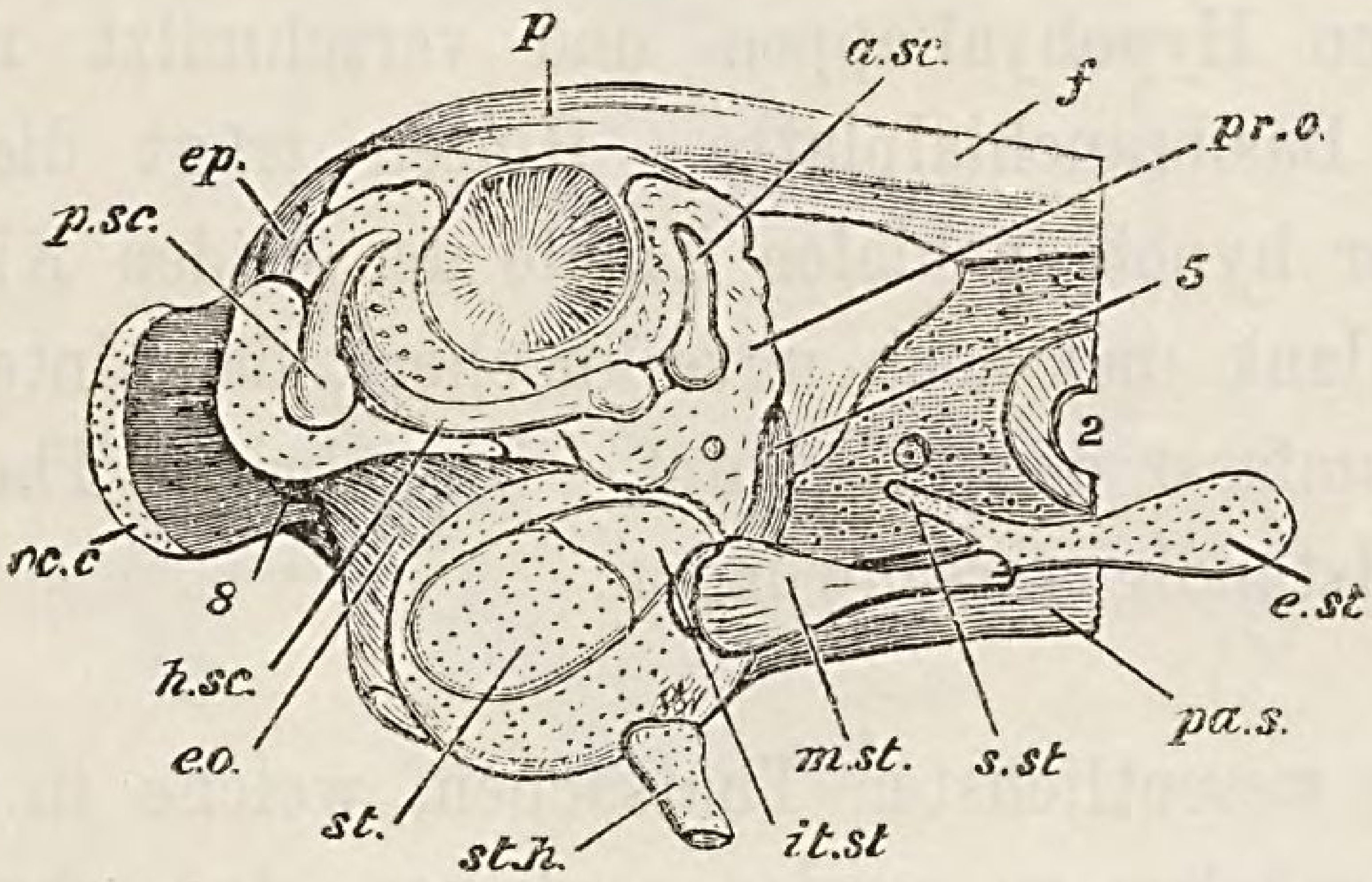
378. Die Entwickelungsstufen, auf welchen die Theile des mittleren Ohres, die so spät zur Entwickelung gelangen, allmählich unterscheidbar werden, mögen hier eine kurze Erwähnung finden [2]. Bei der Kaulquappe haben wir blos einen einfachen Stapes beschrieben, zwischen welchem und der continuirlich darüber hinwegziehenden Haut ein kleiner Raum, der Rest der ersten Visceralspalte, geblieben war. Bei den jungen Fröschen, welche sich aufs Land begeben haben, lässt sich ein bestimmter Zug körnigen Gewebes vom Stapes aus nach vorn und aussen zum obern Theil des Suspensoriums unterhalb des Ohrfortsatzes verfolgen; der Facialis läuft über diesen Gewebezug hinweg. Im Laufe von etwas mehr als einem Monat hat sich ein zarter keulenförmiger Knorpelstab in diesem Gewebe entwickelt, dessen angeschwollenes Ende in den schmäleren vorderen Theil der Fenestra ovalis hereinpasst, die nicht vollständig vom Stapes ausgefüllt wird. Die Knorpelzellen in dem zugespitzten vordern Ende dieser rudimentären C o l u m e l l a gehen unmerklich in mit einander verschmolzene Bindegewebszellen über.

379. Ungefähr zwei Monate später, gegen den Herbst hin, hat die Columella sich vollkommen ausgebildet (s. Fig. 39). Das hintere

[2] Siehe H u x l e y: „On Representatives of Malleus and Incus“, Proc. Zool. Soc. 1869, p. 391—407.

Ende ist als eiförmige Knorpelmasse von ungefähr der halben Grösse des Stapes abgegliedert; es ist dies das Interstapediale *(it.st)*. Das mittlere Dritttheil oder das Mediostapediale *(m.st)* ist schlanker und wird von einer knöchernen Scheide umhüllt. Das vordere Dritttheil wendet sich nach aussen und legt sich der Hinterseite der obern Suspensoriumhälfte an. Dieses Extrastapediale *(e.st)* ist breiter und flacher als der mittlere Theil und wird von den Fasern

Fig. 39.



Ausgewachsener Frosch. Seitenansicht der Ohrregion, wo die halbkreisförmigen Canäle und die Theile des mittleren Ohres blos gelegt wurden.

oc.c Hinterhauptscondylus; *ep* epiotischer Abschnitt; *a.sc*, *h.sc*, *p.sc* vorderer, horizontaler und hinterer halbkreisförmiger Canal; *5* Austrittstelle des Trigeminus; *2* Foramen opticum, von einem membranösen Ring umgeben; *st* Stapes; *it.st* Interstapediale; *m.st* Mediostapediale (Knochen); *e.st* Extrastapediale; *s.st* Suprastapediale; *st.h* Stylohyalknorpel, kurz abgeschnitten.

Knochen: *e.o* Exoccipitale; *pr.o* Prooticum; *p* Parietale; *f* Frontale; *pa.s* Parasphenoid; *m.st* Mediostapediale.

des Trommelfelles umhüllt. An seinem proximalen Ende entsendet das Extrastapediale einen kurzen, rundlichen, knorpeligen Fortsatz nach oben und hinten unter spitzem Winkel mit dem Mittelstück. Dieses Suprastapediale *(s.st)* befestigt sich durch Ligament an der Seite der Ohrkapsel.

380. Um diese Zeit bildet der kleine Knorpel, welcher von dem hintern obern Winkel des Suspensoriums sich abgelöst hatte, einen Annulus tympanicus, der bereits mehr als drei Viertheile eines Kreises darstellt. Er ist ein breites Band, aussen dick, mit dünnem innerm Rand, seine Enden liegen nach oben gekehrt und sind sehr fest mit der äussern Kante des supratemporalen Abschnitts des Squamosums verbunden, so dass sie die obere Hälfte des absteigenden Theiles dieses

Knochens bedecken. Der auf solche Weise umschlossene kreisförmige Raum wird von einem dicken Netz von Fasergewebe erfüllt, dessen innerer Fläche der Extrastapedialknorpel angelagert ist. Die äussere Haut verläuft jedoch continuirlich über diese Schicht fibrösen Gewebes (das rudimentäre Trommelfell) hinweg, indem sie sich etwas auf dieselbe hereinsenkt.

381. Der untere Theil des Hyoidbogens stellt einen griffelförmigen Knorpel dar, der nur lose durch Bandmasse mit dem Schädel und dem Suspensorium verbunden ist. Am ventralen Ende entsendet er einen kleinen Hypohyallappen und verschmilzt mit der breiten schildförmigen Basibranchialplatte. Hinten trägt diese Platte noch Überbleibsel der hypobranchialen Theile der beiden Kiemenbogen: der vordere ist schlank und noch unverknöchert, das hintere Paar ist verknöchert und umfasst den Kehlkopf. Die übrigen Theile der Kiemenbogen sind vollständig verschwunden.

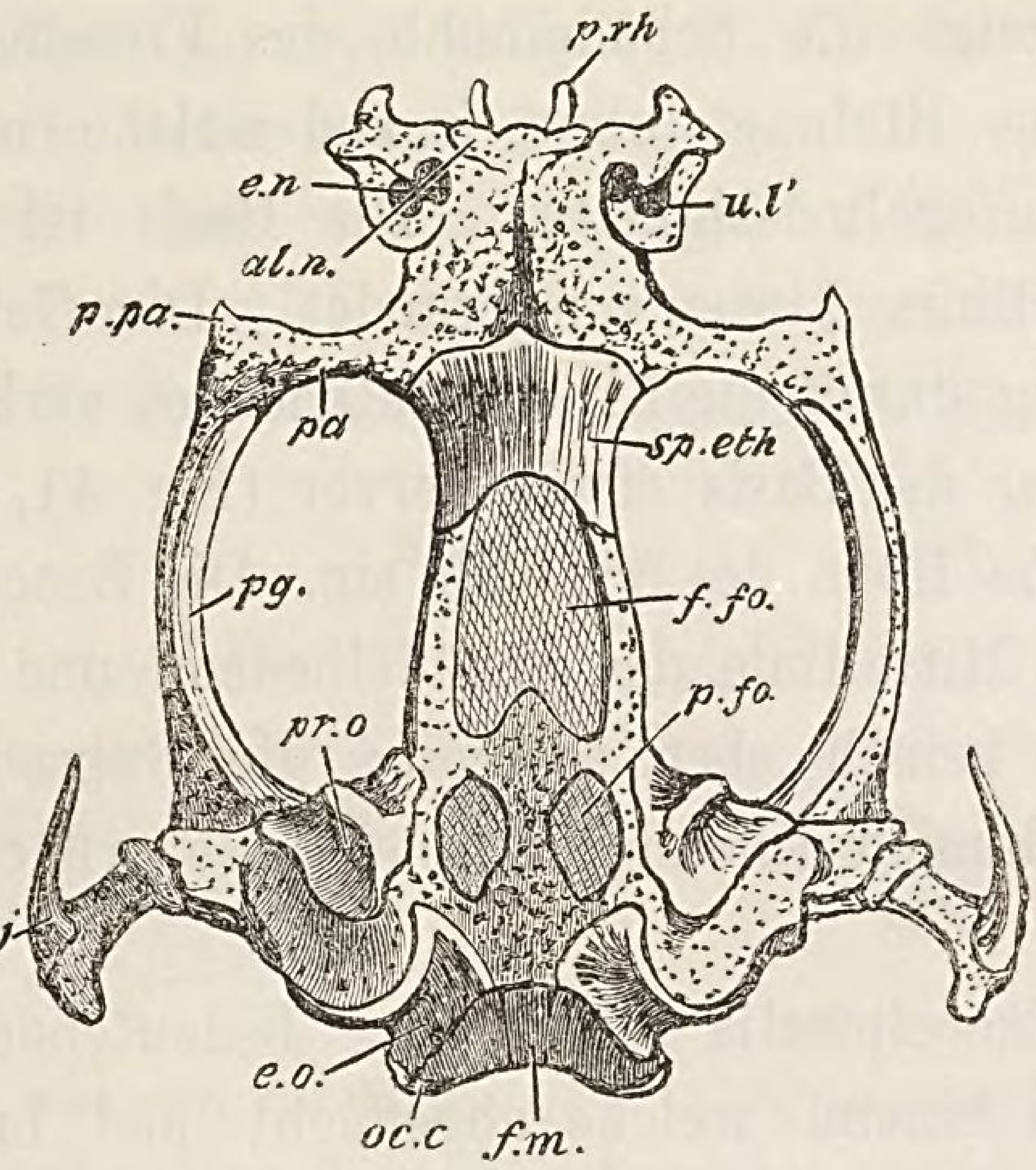
382. Die wesentlichsten Thatsachen, welche in Bezug auf diese Periode hervorgehoben zu werden verdienen, sind, abgesehen vom weiteren Wachsthum der vorher schon vorhandenen Knochen und der Umformung des Schädels in seine ausgewachsene Gestalt, die Ausbildung des Ethmoid- und des Mento-Meckel'schen Knochens, die Zurückdrängung des Suspensoriums und des Unterkiefers, die vollständige Ausbildung der Columella und des Annulus tympanicus und das Verschwinden der Kiemenbogen. Der Facialis verläuft über der Columella hinweg in derselben Weise, wie er über das obere Gliedstück des Hyoidbogens hinzieht, wo dasselbe frühe und vollständig entwickelt ist.

Der Schädel des ausgewachsenen Frosches.

383. Der Schädel des Frosches ist ein flaches, halbelliptisches Gebilde, am breitesten im hintern Abschnitt, wo es aus zusammenhängendem Knorpel und Knochen gebildet wird. Vor dieser Ausbreitung, welche ungefähr ein Fünftel der ganzen Länge des Schädels einnimmt, werden die schmalen axialen Theile, welche das Gehirn umschliessen, von den lateralen Umgrenzungen längs ungefähr der halben Länge des Kopfes durch einen breiten eiförmigen Raum getrennt, welcher die Augäpfel und Muskeln aufnimmt. Am vordern Abschnitt des Schädels vereinigen sich die Axe und die seitlichen Bogen wieder zu

einer praecranialen Ausbreitung. Die äusseren Bogen, die wir erwähnten, verlaufen aber auf einem tieferen Niveau als die Basis des Schädels.

Fig. 40.



Ausgewachsener Frosch. Obere Ansicht des Schädels, nach Entfernung der Belegknochen und des Unterkiefers.

f.m Foramen magnum; *oc.c* Hinterhaupts-Condylus; *p.fo* Parietal-Fontanelle; *f.fo* Frontal-Fontanelle; *p.rh* Prorhinalknorpel; *e.n* äusseres Nasenloch; *al.n* Alinasalknorpel; *u.l'* modificirter oberer Labialknorpel; *p.pa* Praepalatinsporn.

Knochen: *e.o* Exoccipitale; *pr.o* Prooticum; *sp.eth* Sphenethmoid; *pa* Palatinum; *pg* Pterygoid; *qj* Quadratojugale.

384. Wenn die Belegknochen des Schädels abgelöst werden, so bieten der unterliegende Knorpel und dessen ihm eigenthümliche Knochen ein etwas verschiedenes Ansehen dar. Der continuirliche elliptische Umriss ist verloren gegangen und die Nasenknorpel erscheinen als eine sehr scharf gesonderte Masse, welche sich dem axialen oder dem eigentlichen Schädeltheil anfügt.

385. Die Schädelhöhle wird von continuirlichem Knorpel und Knorpelknochen umschlossen, mit Ausnahme der Stellen, wo Nervengebilde aus demselben austreten und wo das Dach membranöse Fontanellen darbietet. Hinten findet sich eine zum grössten Theil hinter den periotischen Massen liegende Occipitalregion. Die Ohrregion ist breit und dort lässt sich keine Grenze zwischen periotischem und Schädelknorpel erkennen. Der vor dem Gehörorgan liegende Theil der Schädelhöhle beträgt drei Fünftel ihrer ganzen Länge.

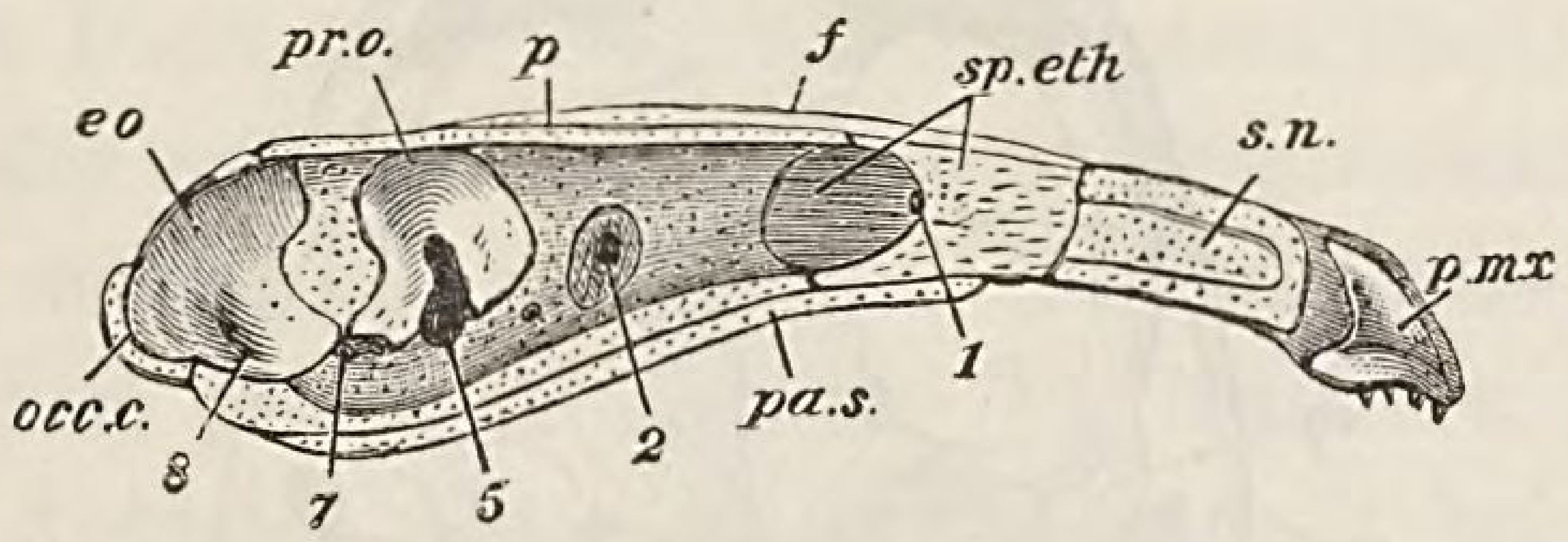
386. Die Gehirnkapsel ist hinten nahezu doppelt so tief wie vorn (Fig. 41) und oben erheblich breiter als unten. Dementsprechend neigen sich ihre Seitenwände vor den Ohrmassen nach aussen, während sie von der Basis emporsteigen. Abgesehen von diesen Eigenthümlichkeiten zeigt die Schädelhöhle des Frosches eine sehr glatte und symmetrische Bildung, ohne irgend welche auffallende Hervorragungen oder Unregelmässigkeiten. Die Basis ist unten sehr flach und in der Mittellinie hinten ausgerandet. Die Gelenkhöcker, in erheblichem Umfang durch die Exoccipitalknochen verknöchert, ragen zu beiden Seiten über der Basis etwas hervor (Fig. 41, *occ.c*) und nehmen ungefähr die halbe Höhe des Schädels ein. Die Exoccipitalia erstrecken sich fast bis zur Mittellinie des Schädelbodens und nähern sich derselben auch oben beinah eben so weit; die Supraoccipitalregion hat nur einen ganz dünnen Überzug von einer oberflächlichen Endostose bekommen.

387. Die Exoccipitalia zeigen eine bedeutende Ausdehnung bis in die Ohrmassen hinein, welche abgeflacht und breit sind, mit gebogenem äusserem Umriss. Sie bleiben in erheblicher Ausdehnung unverknöchert und zeigen blos unbestimmt abgegrenzte Überzüge von oberflächlicher Endostose und ein Paar grosse vordere Knochen, die Prootica *(pr.o)*. Diese nehmen den vordern innern Abschnitt der periotischen Massen ein, sind unten, wo der Trigeminus und der Facialis vor dem Ohrabschnitt heraustreten, tief eingeschnitten und erstrecken sich über diese Nerven hinweg nach vorn, um noch einen beträchtlichen Theil der Alisphenoidregion zur Verknöcherung zu bringen. Der vordere Canal und das vordere Ende des horizontalen Canals werden speciell vom Prooticum umgürtet, während das Exoccipitale zum hintern Canal und zum hintern Ende des horizontalen Canals in Beziehung tritt. Nach aussen vom horizontalen Canal und über den Stapes und das Trommelfell hinüberhängend findet sich ein pterotischer Wulst oder ein Tegmen tympani. Die Exoccipitalia enthalten auch die Austrittslöcher des Glossopharyngeus und des Vagus, wo der Ohrabschnitt mit dem Occipitalabschnitt zusammenstösst.

388. Der continuirliche Schädelboden zeigt vor den Exoccipitalia eine sehr schwache Endostose innerhalb seiner Substanz, die jedoch nicht gross genug ist, um als besonderer Knochen bezeichnet zu werden. Die knorpeligen Seitenwände des Schädels bieten nichts Bemerkenswerthes dar, mit Ausnahme der sehr weit nach hinten gerückten Lage

der Austrittstelle des Sehnerven. Zwei Fünftel der ganzen Länge der Schädelhöhle liegen vor derselben. Die Fontanellen an seiner Oberfläche bestehen aus einem Paar kleiner ovaler Parietalöffnungen (Fig. 40, *p.fo*) in der Gegend zwischen den Prootica und aus einer viel grösseren frontalen Öffnung (*f.fo*) mit länglichem Umriss und einem dreieckigen Knorpelsporn, welcher von der hintern Umgrenzung nach vorn in dieselbe einspringt. Das knorpelige Dach zwischen den frontalen und den parietalen Fontanellen wird nur unbedeutend durch Endostose verknöchert, welche ein Rudiment eines Suprasphenoidknochens darstellt.

Fig. 41.



Ausgewachsener Frosch. Medianer Längsschnitt durch den Schädel. Der Unterkiefer ist entfernt.

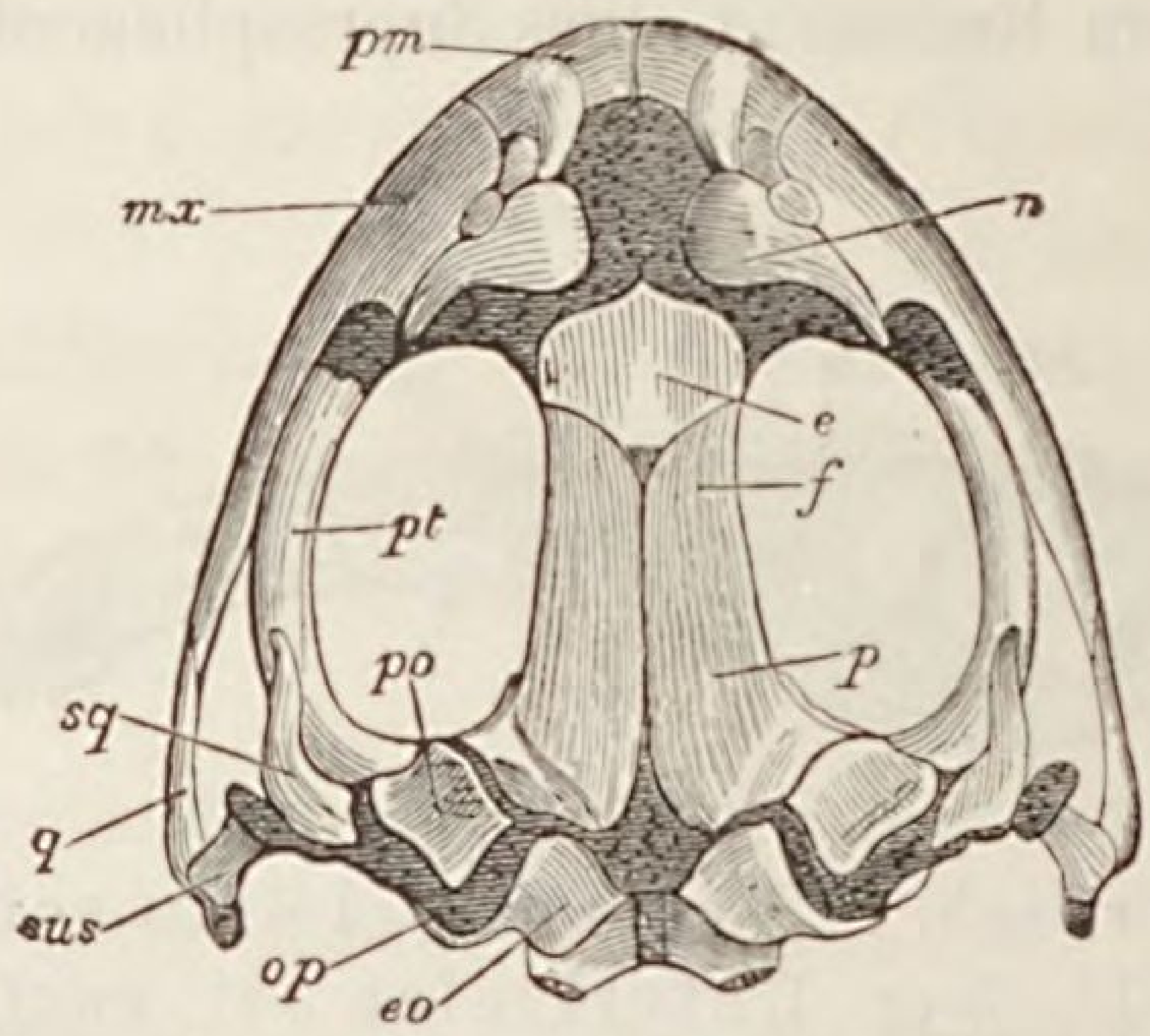
occ.c Hinterhaupts-Condylus; *s.n* Nasenscheidewand; *1* Austrittstelle des Riechnerven, 2 des Sehnerven, *5* des Trigeminus, *7* des Facialis, *8* des Glossopharyngeus und des Vagus.

Knochen: *e.o* Exoccipitale; *pr.o* Prooticum; *p* Parietale; *f* Frontale; *sp.eth* Sphenethmoid; *pmx* Praemaxillare; *pa.s* Parasphenoid.

389. Der Boden, die Seitenwände und das Dach der Schädelhöhle verknöchern im Vorderabschnitt durch einen einzigen Knochen, das Sphenethmoid (Fig. 40 und 41, *sp.eth*). Dieser Knochen erstreckt sich in den Seitenwänden weiter nach hinten als im Dach oder im Boden des Schädels. Unten zeigt er einen nahezu querverlaufenden hintern Rand, im Dach erscheint er hinten concav, indem er das vordere Ende der Stirnfontanelle umgibt. Die Riechschenkel treten durch seine craniale Concavität hindurch, um die Nasenhöhlen zu gewinnen, und ein schwacher verticaler Kamm springt zwischen den Schenkeln gegen das Cranium vor, gleich einer rudimentären Crista galli. Das Sphenethmoid erstreckt sich auch vorn sowohl oben als unten in die Ethmoidalregion hinein, indem es den Knorpel zur Resorption bringt und an beiden Stellen mit einer stumpfen medianen Hervorragung endigt, welcher Punkt dem vordern Ende einer medianen verticalen Platte entspricht, die die obern und untern Lamellen verbindet. Dies ist eine wahre senkrechte Ethmoid- (Mesoethmoid-) Platte (Fig. 41).

390. Die Deckknochen des eigentlichen Schädels sind von sehr einfacher Gestalt. Wir finden oben ein Paar von Parieto-Frontalia, welche durch Naht mit einander verbunden sind, und ein Parasphenoid längs der unteren Seite. Die Parieto-Frontalia erstrecken sich vom Sphenethmoid, dessen seitlichen Abschnitt sie theilweise bedecken, bis zum Exoccipitale. Sie entfernen sich hinten etwas von einander und lassen das knorpelige Schädeldach hervortreten, ebenso vorn. Sie sind

Fig. 42.



Ausgewachsener Frosch. Obere Ansicht des Schädels nach Entfernung des Unterkiefers.

e.o Exoccipitalia; *p* Parietale; *f* Frontale; *e* Sphenethmoid; *n* Nasale; *pm* Praemaxillare; *mx* Maxillare; *q* Quadratojugale; *pt* Pterygoid; *sus* Suspensorium; *p.o* Prooticum; *op* Opisthoticum.

dick und glatt und senken sich gegen ihre sagittale Naht etwas ein; ihr Parietalabschnitt stösst mit den Prootica zusammen und vor demselben senken sich die Knochen auch über die Ränder des Schädeldaches herab und umhüllen dessen obere Seitenwand in geringer Ausdehnung.

391. Das Parasphenoid erstreckt sich unter dem ganzen Schädelboden entlang (wird jedoch von demselben durch ein Perichondrium gesondert) mit Ausnahme der Hinterhauptsregion, jedoch entsendet es sogar einen kleinen Sporn nach hinten gegen die Exoccipitalia. Seine länglichen Basitemporalflügel sind sehr breit, so dass sie die Ohrmassen fast in ihrer ganzen Breite von unten her umgürten können: sie liegen zwischen den Prootica und den Exoccipitalia. Vor diesen Flügeln ist der Knochen sehr regelmässig gerade gestreckt und mit einem schwachen Kiel versehen.

392. Jenseits des Sphenethmoids bleibt die gesammte Masse des praecranialen Knorpels unverknöchert. Ein sehr niedriges Septum

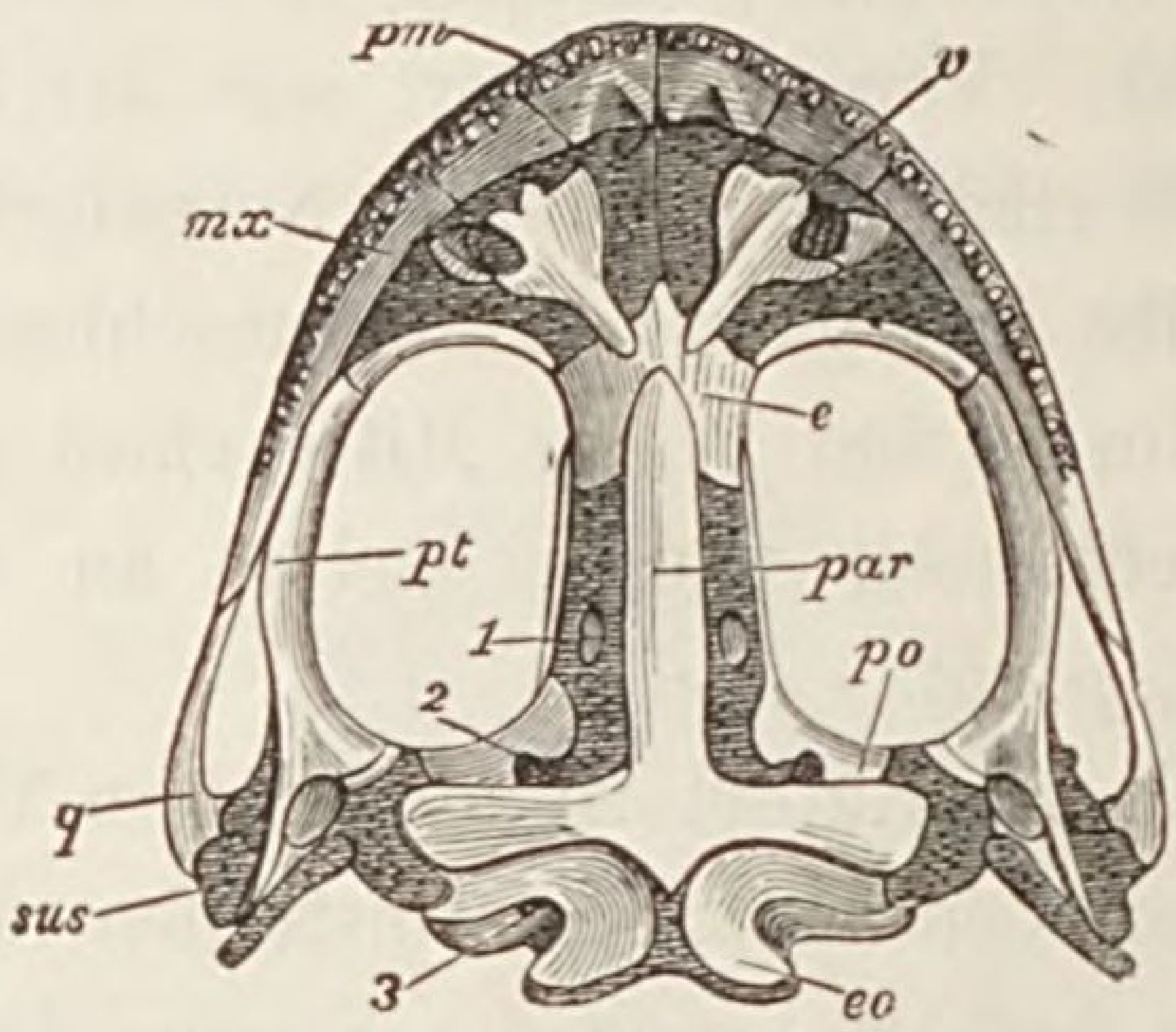
(Fig. 41, *s.n*), oben etwas dicker, erstreckt sich vorn bis zum Ende des Kopfes. Der Nasenboden, welcher durch Verschmelzen der hintern Hälfte der Trabecularhörner gebildet worden ist, stellt einen dünnen breiten Lappen dar, der durch einen Einschnitt von dem Antorbital- oder dem Ethmopalatinstreifen getrennt wird, welcher sich nach aussen erstreckt. Vorn verbreitert sich der Knorpel nach aussen hin und krümmt sich rings um das innere Nasenloch, an dessen Aussenseite, so dass dasselbe fast ganz von ihm umschlossen wird. Das breite vordere Ende des Hornes hat in der Mitte einen schlanken Prorhinalfortsatz nach vorn entsendet und ist selbst an seiner äussern Ecke zweilappig (Fig. 40, *p.rh*).

393. Das Dach der Kapsel ist am hintern Theile am breitesten, wo es vollständig mit dem Ethmopalatinstreifen verschmolzen ist. Sowohl oben als unten verhärtet sich der Knorpel theilweise durch endostotische Knochen, jedoch verdient nur ein Blättchen, das in der Ektethmoid- oder Antorbitalregion gelegen ist, einer besonderen Erwähnung vor den übrigen. Die äusseren Nasenlöcher stehen fast gerade über den inneren und werden durch ein halbmondförmiges Knorpelplättchen geschützt, welches über der Öffnung liegt. Dieser Knorpel stellt die obern zwei Dritttheile des ursprünglichen obern Labialknorpels dar (Fig. 40, *u.l'*). Das untere Dritttheil ist zu einem rundlichen Kern geworden, welcher ganz vorn zwischen dem Praemaxillare und der Nasenkapsel liegt. Innerhalb der Nasenöffnung entsendet die Nasenscheidewand von ihrem obern Theil eine breite dünne Knorpellamelle, welche nach aussen in die äussere und vordere Nasenwand ausläuft und mit dem subnasalen Boden verschmilzt. Auf dem halben Weg nach aussen hin spaltet sie sich zum Theil in zwei Lamellen, so dass in dieser Gegend die Nasenhöhlung drei horizontale Böden besitzt. Der Nasengang vom äusseren zum inneren Nasenloch wird vollständig durch das kleine, nahezu cylindrische Septomaxillare ausgekleidet.

394. Zu beiden Seiten des Schädels liegt ein grosser ovaler suborbitaler membranöser Raum; derselbe wird vorn durch den flachen Ethmopalatinstreifen umgrenzt, welcher gerade nach aussen verläuft und einen Praepalatinsporn nach vorn entsendet (Fig, 40, *p.pa*), während er sich nach hinten in den schlanken Pterygoidstreifen fortsetzt. Ganz hinten geht dieser in das Unterkiefer-Suspensorium über, an welchem sich drei Hauptabschnitte unterscheiden lassen: erstens ein vorderer unterer, der Pediculus, welcher sich nach innen wendet und

vermittelst eines verdickten Gelenkhöckers mit der obern Kapsel vor der Fenestra ovalis articulirt; zweitens ein oberer hinterer, der Ohrfortsatz, welcher am vordern Theil des Tegmen tympani befestigt ist;

Fig. 43.



Ausgewachsener Frosch. Untere Ansicht des Schädels, nach Entfernung des Unterkiefers.

e.o Exoccipitale; *p.o* Prooticum; *par* Parasphenoid; *e* Sphenethmoid; *v* Vomer; *pm* Praemaxillare; *mx* Maxillare; *q* Quadratojugale; *sus* Suspensorium; *pt* Pterygoid; *1* Austrittstelle des Sehnerven, *2* des Trigeminus, *3* des Glossopharyngeus und des Vagus.

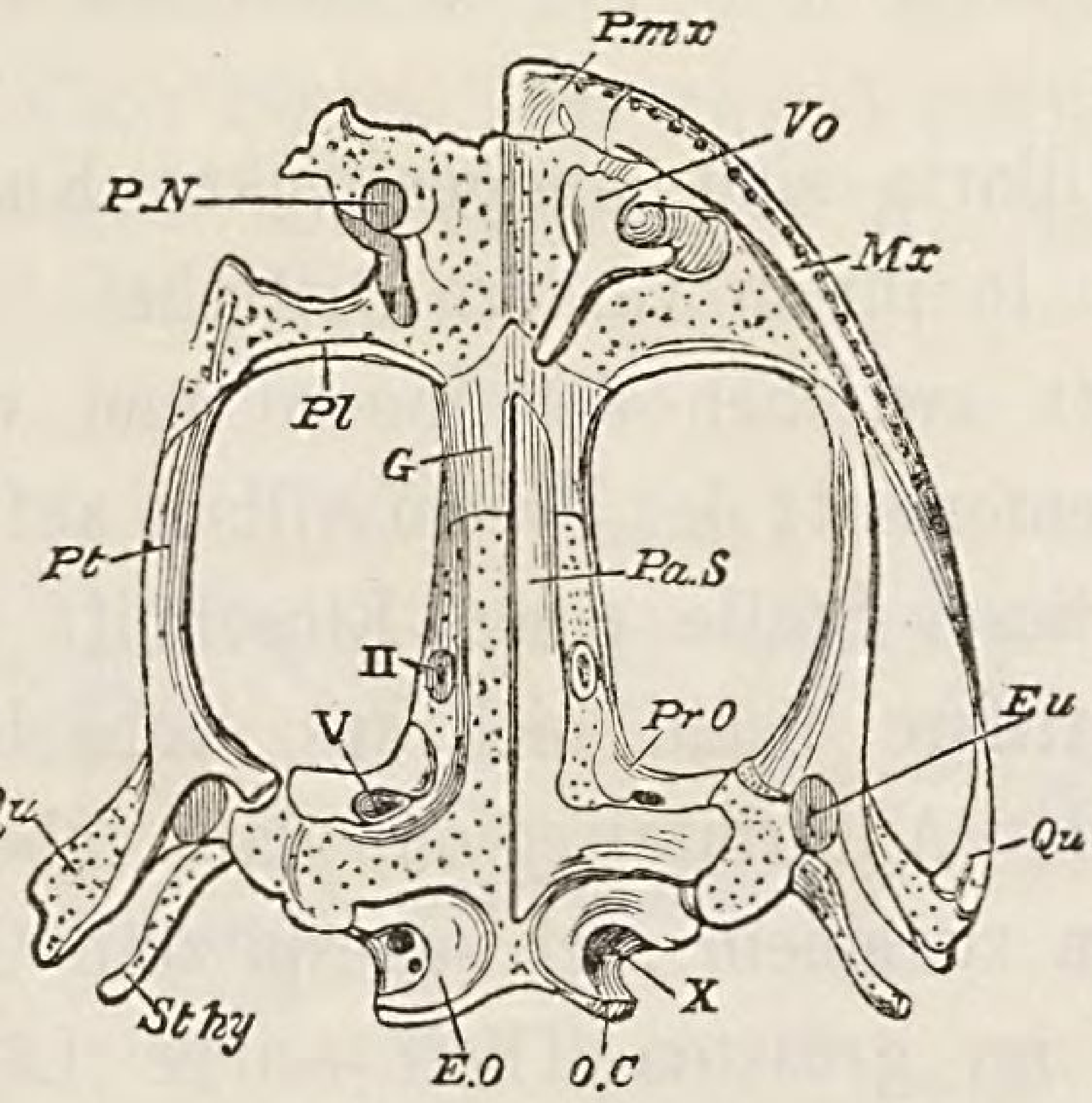
drittens das Quadratum oder der Hauptheil des Suspensoriums, welcher sich nach hinten, unten und aussen wendet, so dass er nahezu soweit nach hinten reicht wie die Hinterhauptscondylen.

395. Der Palatin- oder Antorbitalknochen bedeckt die hintere Fläche des quer verlaufenden Ethmopalatinstreifens; er ist schlank und beinah halbmondförmig, legt sich auch zum Theil noch unter das Sphenethmoid. Das Pterygoid ist langgestreckt und massiver; es hat einen grossen Theil des Knorpels des Subocularstreifens in Knochen umgewandelt und reicht vorn noch gerade bis an den Palatinknochen. Hinten gabelt es sich und verläuft mit dem einen viereckigen (Metapterygoid-) Fortsatz nach innen, um den Pediculus zu stützen, während ein schmaler parostotischer Sporn nach hinten geht, um die untere Fläche des Suspensoriums beinah bis zur Gelenkstelle fest zu umfassen. Der Quadratabschnitt des Knorpels verknöchert nur in sehr geringem Umfang durch das hintere Ende des Quadratojugale.

396. Das T-förmige Squamosum (Fig. 45) liegt auf dem Suspensorium und dem äussern Ohrabschnitt; sein horizontaler Theil findet sich hinten auf der Aussenseite des Prooticums und entsendet über das

Pterygoid hinweg einen ansehnlichen Postorbitalsporn nach vorn. Unter mehr als einem rechten Winkel zu diesem Abschnitt geht der absteigende Theil davon ab, welcher sich auf das Suspensorium legt und

Fig. 44.



Ausgewachsener (essbarer) Frosch (*Rana esculenta*). Untere Ansicht des Schädels, die Belegknochen sind auf der rechten Seite entfernt worden (nach Huxley).

o.c Hinterhaupts-Condylus; *p.n* hinteres (oder unteres) Nasenloch; *qu* Quadratabschnitt; *st.hy* Stylohyale, nur zum Theil sichtbar; *eu* Öffnung der eustachischen Röhre; *II* Foramen opticum; *V* Austrittstelle des Trigeminus; *X* Austrittstelle des Glossopharyngeus und des Vagus.

Knochen: *e.o* Exoccipitale; *pr.o* Prooticum; *pa.s* Parasphenoid (seine linke Hälfte); *g* Sphenethmoid; *vo* Vomer; *pmx* Praemaxillare; *mx* Maxillare; *pl* Palatinum; *pt* Pterygoid; *qu.ju* Quadratojugale.

den Quadrattheil des Schädels überdeckt. Er wird durch Perichondrium vom Knorpel und durch Periost vom Quadratum getrennt und liegt unmittelbar unterhalb des Annulus tympanicus.

397. Wir haben nun die Deckknochen des Nasen- und Oberkieferabschnitts zu beschreiben. Die Nasalia sind ansehnliche Knochen, welche der Quere nach auf dem Nasendach liegen, innen breit, aussen schmal, in der Mittellinie fast gar nicht zusammenstossend; in der Mitte ihres vordern Randes sind sie zur Aufnahme des äussern Nasenlochs mit einer Einkerbung versehen und erstrecken sich dann nach hinten und aussen längs der Nasallamelle der Maxillaria, um mit einem scharfen Praeorbitalsporn zu endigen. Die Praemaxillaria sind von ansehnlicher Breite, lagern sich an der Mittellinie an einander, ohne jedoch zu verschmelzen, und besitzen sowohl zähnetragende als Nasenplatten, die letzteren springen vermittelst eines gekrümmten Sporns in

ihrem mittleren Abschnitt nach oben und hinten empor und berühren die Nasalia. In der Medianlinie bleibt zwischen dem Sphenethmoid, den Nasalia und den Nasalplatten der Praemaxillaria ein von kleinen Knochen bedeckter Knorpelstreifen übrig (siehe Fig. 42). Die Gaumenplatten der letzteren sind dünn und quadratisch, mit ziemlich unregelmässiger Oberfläche.

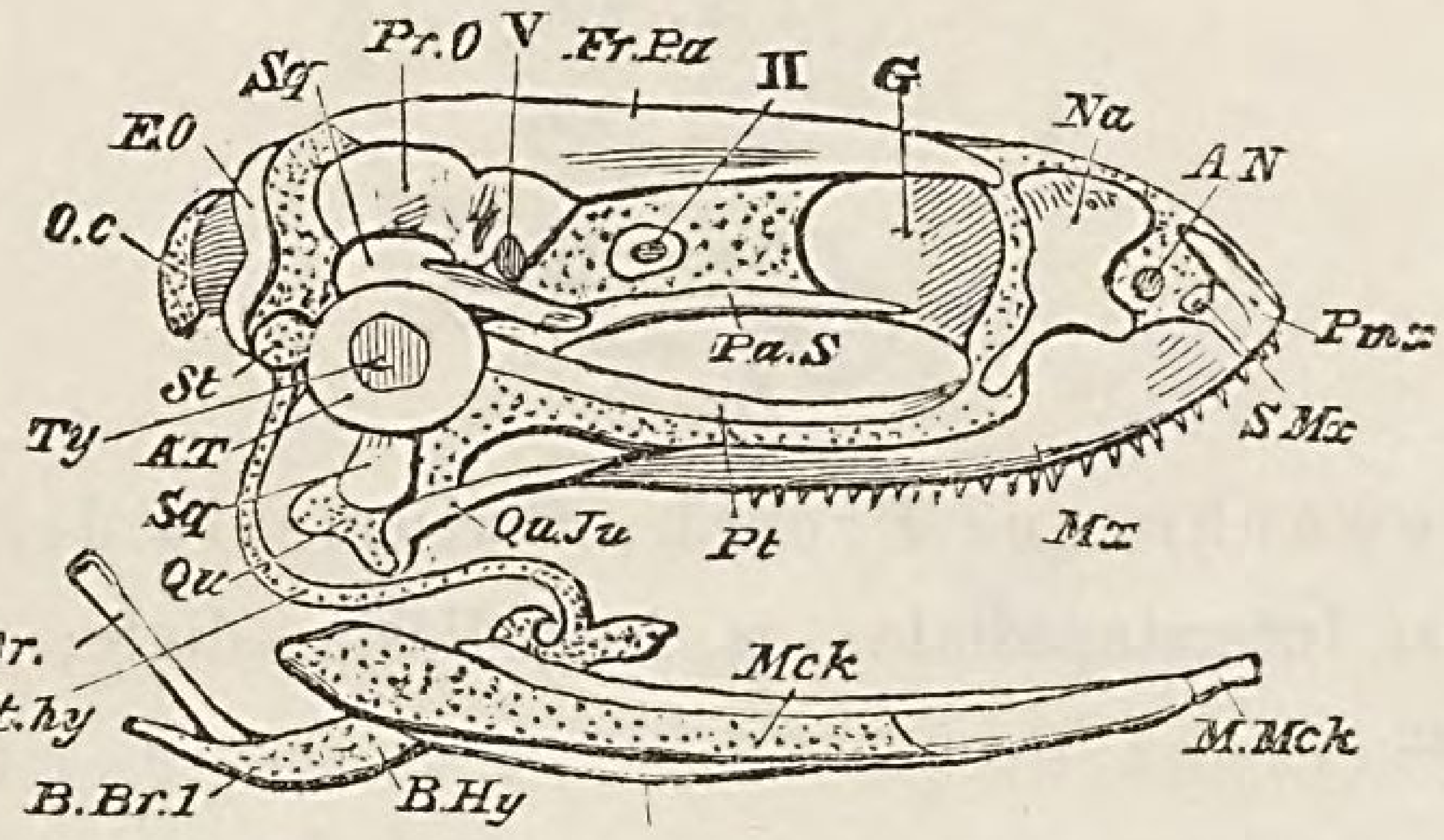
398. Die Maxillaria sind langgestreckte Knochen mit umfänglichen Nasallamellen in ihrem vordern Dritttheil. Das Septo-Maxillare (Fig. 45, *s.mx*) tritt zwischen der innern und vordern Ecke dieser Platte und dem Nasenfortsatz des Praemaxillare auf; das äussere Nasenloch macht hinter dieser Stelle einen Einschnitt an demselben. Die Nasenplatte des Maxillare flacht sich aus, zunächst durch ein plötzliches Abfallen in der Antorbitalregion, dann aber ganz allmählich, so dass der Knochen zu einem zart zugespitzten Griffel wird, welcher das Quadratojugale im grössten Theil seiner Länge überdeckt. Es kommt dabei in nächste Nachbarschaft mit dem vordern Drittel des Pterygoids, divergirt jedoch nach aussen von demselben, während das Pterygoid sich nach innen wendet (Fig. 44). Die Gaumenplatte des Maxillare ist nur schwach und legt sich an diejenige des Praemaxillare an, wobei sie bald ganz unbedeutend wird.

399. Die Vomerknochen stellen dreilappige Platten von eleganter Gestalt dar, gleich den Nasalia weit von einander entfernt. Der mittlere Zipfel, welcher ausgerandet ist, und der schmale sichelförmige hintere Ausläufer umgeben mit einander den grössten Theil des innern Nasenlochs. Der zugespitzte vordere Zipfel erreicht beinah die Naht zwischen Maxillare und Praemaxillare. Der rundliche Stiel convergirt gegen seinen Genossen der anderen Seite, liegt theilweise unter dem Sphenethmoid und berührt fast noch das Parasphenoid. Dieser Abschnitt des Vomer ist mit Zähnen bewaffnet. Das Septo-Maxillare wird gerade noch zwischen dem mittleren und hinteren Ausläufer des Vomer sichtbar.

400. Der Unterkiefer (Fig. 45) ist verhältnissmässig einfach gestaltet und sehr lang gestreckt; überdies stehen seine Äste hinten ausserordentlich weit von einander ab und nähern sich vorn einander sehr rasch. Der Meckel'sche Knorpel persistirt mit Ausnahme der Gegend der Symphyse, wo er durch einen kleinen cylindrischen Knochen, das Mento-Meckel'sche Stück, verdrängt wird, welches jedoch theilweise auch von den Überresten des untern Labialknorpels her-

stammt. Die Gegend des Articulare zeigt einen emporstehenden Kronfortsatz. Der Gelenkhöcker ist eine platte eiförmige Masse mit longitudinal gerichteter Längsaxe. Er spielt sehr frei unterhalb der schwach ausgehöhlten Basis des Quadratums. Das Dentale, auf welchem keine Zähne sitzen, hängt unmittelbar mit dem Mento-Meckel'schen Stück zusammen, verläuft nach hinten über zwei Fünftheile der Länge des ganzen Unterkiefers und umschliesst den Knorpel. Das Articulare[3]

Fig. 45.



Ausgewachsener Frosch. Seitenansicht des Schädels nach Bloslegung desselben.

o.c Hinterhaupts-Condylus; *st* Stapes; *ty* Trommelfell; *a.t* Annulus tympanicus; *a.n* vorderes Nasenloch: *qu* Quadratcondylus; *mck* Meckel'scher Knorpel; *st.hy* Stylohyalknorpel; *b.hy, b.br 1* Basihyobranchialplatte; *II* Austrittstelle des Sehnerven, *V* des Trigeminus.

Knochen: *eo* Exoccipitale; *sq* Squamosum, theilweise durch den Annulus tympanicus bedeckt; *pr.o* Prooticum; *fr.pa* Parietofrontale; *g* Sphenethmoid; *na* Nasale; *pmx* Praemaxillare; *s.mx* Septomaxillare; *mx* Maxillare; *pa.s* Parasphenoid; *pt* Pterygoid; *qu.ju* Quadratojugale; *m.mck* Mento-Meckel'sches Stück; *h.br* Hypobranchiale oder Thyrohyale.

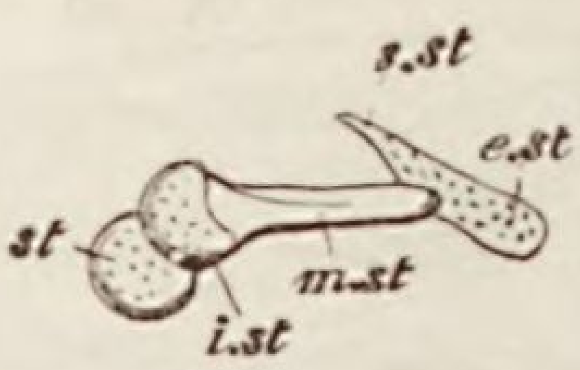
bildet eine sehr vollkommene Scheide für den Knorpel an der Innenseite, aussen aber bleibt er in bedeutender Ausdehnung von jeder Umhüllung von Knochen frei.

401. Es erscheint uns überflüssig, nochmals die Columella und den Annulus tympanicus zu beschreiben. Die wesentliche Anordnung derselben ist in den §§ 379 und 380 dargelegt worden. Die vordere Umgrenzung der Paukenhöhle durchläuft der Hauptstamm des Facialis, welcher oberhalb des Pediculus liegt. Der Stapes selbst ist vermittelst

[3] Prof. Huxley behauptet, dieser Knochen repräsentire die Elemente des Angulare, Coronale und Spleniale; wir haben ihn aber hier in Hinsicht auf verschiedene Übergangsfälle als Articulare bezeichnet. Siehe Huxley, Artikel „Amphibia", Encyc. Brit. Vol. I. p. 755.

eines zarten Bandes von fibrösem Gewebe an den Rand der Fenestragrube angeheftet, aber ein grosser Theil seiner innern Fläche steht in unmittelbarer Berührung mit dem hohlen Raum des Vestibulums. Diese Fenestragrube ist wohl einer kurzen Beleuchtung werth. Sie stellt eine eiförmige Einsenkung von ansehnlicher Tiefe dar, in welche sich das Prooticum zum Theil hineinerstreckt. Das Exoccipitale reicht nicht bis zu ihrem hinteren Rande. Die Fenestra ovalis nimmt blos das hintere untere Drittheil des Bodens dieser Grube ein; sie zeigt

Fig. 46.



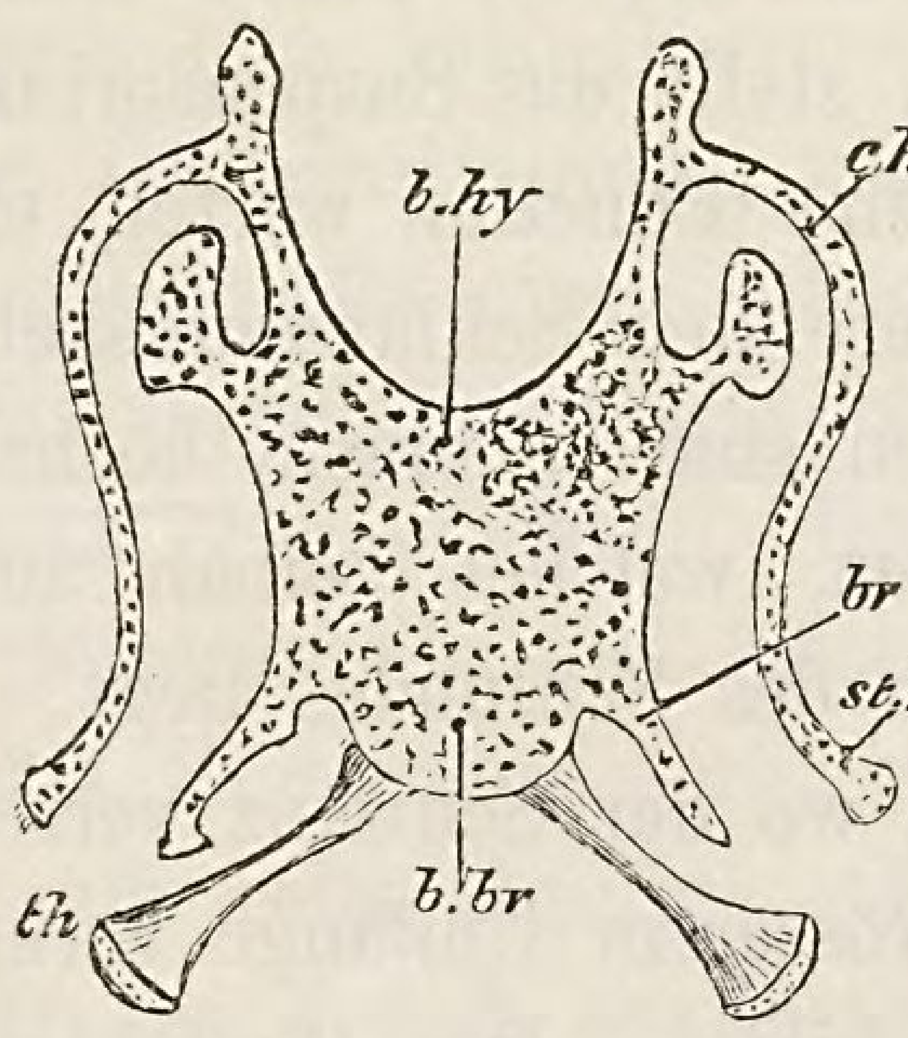
Ausgewachsener Frosch, Columella des Ohres.
st Stapes; *i.st* Interstapediale; *m.st* Mediostapediale; *e.st* Extrastapediale; *s.st* Suprastapediale.

eine einfache Gestalt und sieht mit ihrem concaven Rande nach oben und vorn. Die Hauptmasse der Otolithen ist durch dasselbe hindurch sichtbar. In einer früheren Periode war die Fenestra eben so gross wie der Stapes, aber der letztere ist stärker gewachsen und der Knorpel in der Umgebung hat sich vergrössert, um ihn zu umhüllen.

402. Der schlanke gebogene Hyoidbogen *(st. hy)* ist eine kurze Strecke unterhalb des Randes der Stapedialgrube im vordern Drittheil an der periotischen Kapsel befestigt. Er hat sich wenig verändert, seitdem der Frosch zwei bis drei Monate alt war, auch ist er nicht verknöchert. Am ventralen Ende läuft er in die vordere äussere Ecke der breiten Hypobranchialplatte aus, welche ein grosses knorpeliges Schild mit unregelmässigen Plättchen von superficiellen Endostosen an ihrer Oberfläche darstellt (Fig. 47). Sie hat die symmetrischen Löcher, welche sie früher aufwies, verloren und ihre verschiedenen Auswüchse sind alle unverknöchert. Ihre Oberfläche ist schwach concav und in Folge ihrer Aufhängung an den S-förmig gekrümmten Hyoidstreifen ist sie ausserordentlich beweglich. Die vordere äussere Ecke läuft in einen blattförmigen Hypohyallappen vor der Befestigung des Zugenbeinhornes aus. Eine andere breite Lamelle, der Überrest der ersten beiden Kiemenbogen, findet sich unmittelbar hinter dieser Anheftung, und ein dritter stark verlängerter Fortsatz *(br)*, welcher den dritten Kiemenbogen repräsentirt, erstreckt sich fast vom hinteren äusseren Ende der Platte

aus nach hinten. Die vierten Kiemenbogen (*th*) verknöchern als schaftförmige Knochen, in welchen noch ein Kern von Knorpel übrig bleibt. Sie befestigen sich nahe nebeneinander am hinteren Ende der Hyobranchialplatte, sind in der Mitte sehr schlank und verbreitern sich hinten abermals.

Fig. 47.



Ausgewachsener Frosch; Hyobranchialplatte.

st.h Hyoidbogen oder Stylohyale; *c.h* Ceratohyalabschnitt; *b.hy* Basihyale; *b.br* Basihyobranchiale; *br* Überrest des dritten Kiemenbogens; *th* vierter Kiemenbogen oder Thyrohyale.

Zusammenfassung.

403. Der Primordialschädel des Frosches, der so früh in seiner Entwickelung auftritt, zeigt die typischen Elemente alle ganz von einander gesondert, aber noch findet sich Nichts, was den Palatopterygoidbogen andeuten könnte und der zum Saugen eingerichtete Mund ist weit nach vorn verlagert. Die mittlere Kopfkrümmung gleicht sich bald wieder aus und in einer etwas späteren Periode bilden ansehnliche Labialknorpel die functionirenden Kinnladen. Zu der Zeit, wo die äusseren Kiemen auf der Höhe ihrer Entwickelung stehen, hat sich der Gesichtstheil im Verhältniss zur Hirnkapsel bedeutend vergrössert, der Kopf ist verhältnissmässig flach geworden und die Theile des Gehirns haben sich nahezu in eine gerade Linie angeordnet.

404. Wenn die Kaulquappen die Länge eines halben Zolles erreicht haben, tritt Verwachsung der ursprünglich isolirten Elemente in bedeutendem Umfange ein. Durch die Vereinigung der Parachordalstücke und der Trabeculae bildet sich der Schädelboden; die letzteren geben überdies sowohl einer internasalen Platte als dem Boden der Nasenhöhle den Ursprung. Der Mandibularbogen vereinigt sich sowohl vor als hinter der Augenhöhle mit dem Trabecularknorpel. Der

Meckel'sche Stab gliedert sich ab und an dem bestimmt abgegrenzten Suspensorium articulirt der aussergewöhnlich massive Hyoidbogen, welcher keinen dorsalen Abschnitt besitzt. Die spätere Metamorphose setzt die Kaulquappe von einem Zoll Länge in den Besitz eines kahnförmigen knorpeligen Craniums, welches hinten mit den kugeligen Ohrmassen verschmilzt. Während der Mund immer noch ganz vorn vor der Gehirnkapsel bleibt, stellt das Suspensorium des Unterkiefers (welcher immer noch auf seine Function wartet) einen grossen subocularen Bogen dar, der eine obere den Schläfenmuskel überdachende Lamelle trägt. Die Kiemenbogen sind zu einem höchst merkwürdigen Flechtwerk zusammengewachsen, welches beinah auf sich selbst zusammen gekrümmt in den Seiten des Schlundes liegt.

405. Zu der Zeit, wo der Schwanz verschwindet, findet man den Schädel in bedeutend grösserem Umfange verknorpelt und die Nasenkapseln sind wohl ausgebildet. Der Charakter des Mundes hat sich geändert, indem die Labialknorpel in den Hintergrund und die beiden Kinnladen in Function getreten sind. Die Mundhöhle verlängert sich durch das allmähliche Zurückweichen des Suspensoriums, verbunden mit einem Hervorwachsen des (Palatopterygoid-) Knorpels von der vordern Vereinigungsstelle des Suspensoriums mit dem Trabecularknorpel aus, und der Meckel'sche Stab ist entsprechend länger geworden. Der Hyoid- und die Kiemenbogen schwinden allmählich dahin und stellen am Ende blos noch einen stabförmigen Bogen und eine breite Basalplatte dar.

406. Während dieser ganzen Umwandlung treten die meisten der Hautknochen des Schädels und ebenso auch die Exoccipitalia und die Prootica auf. Einige höchst charakteristische Knochen zeigen eine ganz besonders späte Entwickelung, z. B. das Sphenethmoid und das Mento-Meckel'sche Stück. Die Reihe der Theile, welche sich als dem obern Abschnitt des Hyoidbogens zugehörig unterscheiden lassen und die Columella bilden, entsteht nicht, bevor die jungen Frösche bereits aufs Land gestiegen sind, während ein anderes Gebilde, welches mit den Gehörorganen in Verbindung steht, der Annulus tympanicus, erst nachträglich mit ihnen in Verbindung tritt, nachdem er ursprünglich ein vom hinteren obern Ende des Unterkiefer-Suspensoriums abgegliedertes blattförmiges Stück gebildet hatte.

407. Die Gegensätze zwischen dem Schädel der Selachier, welcher der Knochen gänzlich entbehrte, demjenigen des Lachses mit

seiner grossen Zahl von nur wenig zusammenhängenden knöchernen Platten und demjenigen des Frosches von so hoher Specialisirung und mit Knochen, welche so genau in Knorpel vorgebildet sind, erscheinen höchst auffällig und brauchen hier nicht im Einzelnen beleuchtet zu werden; es mag aber wohl von Nutzen sein, bei einigen der Hauptpunkte noch etwas zu verweilen, hinsichtlich deren der Frosch vom Axolotl abweicht, während doch beide Formen Schädel besitzen, die auf den ersten Blick viel Übereinstimmung zeigen. Das Suspensorium des Axolotl stellt zu Anfang nicht einen subocularen Bogen dar; sein Palatopterygoidknorpel ist verhältnissmässig kümmerlich und auch im ausgewachsenen Thier noch sehr schwach. Der Axolotl besitzt keine Labialknorpel, keinen Orbitalfortsatz und keine Columella. Der Frosch entwickelt ein complicirtes Kiemenkorbwerk, welches dann aber vollständiger resorbirt wird als beim Axolotl. Das Zurückweichen des Suspensoriums ist ein für den Frosch auszeichnendes Merkmal, ebenso auch, dass ein Annulus tympanicus von demselben sich ablöst. Die frühere Geschichte der Trabeculae ist bei den beiden Typen sehr verschieden, ganz besonders was die Parachordalausbreitung, welche beim Axolotl so scharf ausgeprägt ist, und die Trabecularhörner betrifft, die beim Frosch sehr früh und in auffallender Grösse gebildet werden.

408. Der Schädel des Axolotl verknöchert zu einer grössern Anzahl von Knochen, welche auch früher auftreten und weniger permanenten Knorpel übrig lassen als beim Frosch. Zu den beim ersteren, nicht aber beim letzteren auftretenden Knochen gehören das Pteroticum, das Opisthoticum und das Ektethmoid. Die Mento-Meckel'sche und die columellare Verknöcherung des Frosches finden anderseits beim Axolotl keinen Vertreter.

Anhang.

Über den Schädel der Amphibien[4].

409. Der Schädel von *Rana pipiens* (dem Ochsen-Frosch) bietet auffallende Verschiedenheiten von demjenigen des gemeinen Frosches dar. Er ist sowohl in hohem Grade generalisirt, indem er zahlreiche Eigenthüm-

[4] Mancherlei werthvolle Belehrung hierüber findet man bei Prof. Huxley, Art. „Amphibia“, Encyclop. Brit., 9. Ausgabe, I. Band.

lichkeiten zeigt, welche auf die Fische zurückweisen, als auch zugleich sehr specialisirt, denn bei keinem Geschöpf weicht das Suspensorium soweit nach hinten zurück. Die Larven zeigen ein viel mehr petromyzonähnliches Aussehen als diejenigen des Frosches. Die Schädelkapsel ist im Verhältniss zur Grösse des Schädels äusserst schmal. Dann fügen sich manche neue Knochen hinzu, zumeist von geringer Grösse und vom Charakter der Ganoid-Schuppen. Eine Vermehrung der Knochen greift bei einigen der am schärfsten abgegrenzten Stücke Platz. Das Metapterygoid und das Mesopterygoid z. B. sind vom Pterygoid gesondert; der Palatinabschnitt ist in zwei Knochen zerfallen und es findet sich ein vorderes Parasphenoid getrennt vom Vomer. Eine Reihe von kleinen Knochen repräsentirt das Septo-Maxillare und eine andere Gruppe bedeckt das Suspensorium. Der Annulus tympanicus ist von bedeutender Grösse und stellt einen vollkommenen Kreis dar.

410. Beim kleinen (Trug-) Frosch *(Pseudis paradoxa)* steht der Schädel im Verhältniss zur Grösse des Körpers, seine Details aber sind von wunderbarem Interesse. Auf einem Entwickelungsstadium ist die ganze Masse des Occipital- und des Ohrabschnitts auf jeder Seite zu einem continuirlichen Knochen verknöchert. Später zerfällt jedes dieser Occipito-otica in zwei Knochen und in einer folgenden Periode vereinigt sich das hintere Paar von Knochen (hauptsächlich dem Hinterhaupt angehörig) zu einem einzigen, während diejenigen des vorderen Paares als Prootica gesondert bleiben. Das Parasphenoid ist vorn in der Mitte gespalten und besitzt keinen hinteren handgriffähnlichen Abschnitt (noch einen hinter den basitemporalen Flügeln vorspringenden Sporn). Die Parieto-Frontalia entstehen als ein einziger Knochen und gliedern sich erst später in ein Parietale und ein Frontale. Der internasale Knorpel ist von grosser Ausdehnung, aber die Nasenhöhlen bleiben klein. Der Praepalatinabschnitt erscheint sehr umfänglich; der Antorbitalknorpel ist beinah ganz von seiner ethmoidalen Befestigungsstelle abgelöst. Dann findet man grosse Saug- oder Labialknorpel.

411. Der Schädel der gemeinen Kröte *(Bufo vulgaris)* unterscheidet sich von demjenigen des gemeinen Frosches in den folgenden Punkten: der Orbitalfortsatz bildet bei der Kaulquappe einen vollständigen Bogen über den Schläfenmuskel hinweg; der zweite obere Labialknorpel verschmilzt beim ausgewachsenen Thier vorn mit der Internasalplatte und hinten mit dem Antorbitalstreifen; der Palatinknorpel gliedert sich sowohl vom Antorbitale als vom Pterygoid ab. Der obere Abschnitt des Suspensoriums erhebt sich beim ausgewachsenen Thier bis über den »Gelenkhöcker des Pediculus«; es findet sich kein gesonderter Metapterygoidknochen; der Columellarknorpel gliedert sich, indem ein Zerfallen desselben nur durch die Bildung von zwei isolirten Knochenschäften eintritt, deren Berührungsstelle nicht in der Nähe des Stapes, sondern am distalen Ende liegt. Das Extrastapediale ist ein breites halbovales blattförmiges Gebilde und das Suprastapediale verschmilzt mit dem Tegmen tympani. Der untere Abschnitt des Hyoidbogens verwächst mit der Ohrkapsel; der knorpelige Annulus tympanicus stellt blos zwei Drittel eines Kreises dar. Das continuirliche Nasendach hat blos ungefähr ein Viertel der Grösse desselben Abschnitts beim Frosch und die Prorhinalknorpel sind viel kleiner.

Der Schädel von *Dactylethra*[5].

412. Der Schädel dieser merkwürdigen Form, der zungenlosen Kröte vom Cap, ist hinsichtlich seiner Entwickelungsgeschichte und seines Baues im ausgewachsenen Thier so bemerkenswerth wie kaum ein anderer unter den Anuren. Die Larven zeigen einen ganz anderen Charakter als diejenigen der gewöhnlichen Frösche und Kröten, sie bieten sogar im Allgemeinen eine grosse Ähnlichkeit namentlich in der äusseren Form mit den längst ausgestorbenen *Coccosteus* und *Pterichthys*. Der Mund ist zum Saugen eingerichtet und klein, aber sehr breit, gleich demjenigen der welsartigen Fische und des *Lophius*. Der Unterkiefer ragt über den oberen vor; ein sehr langer Tentakel geht zu beiden Seiten von der Oberlippe ab, anderntheils aber findet man keine Spur jener hornigen Platten, welche den meisten Fröschen und Kröten in den frühesten Lebensstadien zukommen. In Übereinstimmung mit diesen Charakteren ist der ganze Kopf überaus flach und zusammengedrückt, statt wie gewöhnlich hoch und dick; es finden sich auch keine Saugnäpfe unterhalb des Kinns. Die Kiemenöffnung ist nicht auf die linke Seite beschränkt, sondern findet sich auch auf der rechten. Der Schwanz ist gleich dem Schädel sehr *Chimaera*-ähnlich, indem der ganze Schwanzabschnitt schmal und stark verlängert erscheint und mit einem langen, dünn zugespitzten Faden endigt. Die vorderen Gliedmaassen sind nicht unter der Opercularfalte verborgen.

413. Die jüngsten zur Untersuchung gelangten Larven waren $1\frac{1}{4}$ Zoll lang, wovon ein Fünftel auf den Schwanz kam. Die vorderen und hinteren Gliedmaassen sind auf diesem Stadium nahezu von gleicher Grösse, wenn auch das spätere Wachsthum sie sehr ungleich werden lässt. Der Entwickelungsgrad des Schädels entspricht demjenigen, den wir im dritten Stadium beim Frosch beschrieben haben. Die Schädelgebilde sind noch viel stärker abgeflacht, als sogar eine äussere Ansicht vermuthen lassen würde, denn die äussere Haut ist sehr locker und das darunter liegende Unterhautbindegewebe stark entwickelt und gallertartig. Im Gegensatz zu den Larven der gewöhnlichen Frösche und Kröten sind die Gewebe ausserordentlich durchsichtig, wenn auch reichlich mit braunem Pigment durchsetzt.

414. Der knorpelige Schädelboden bietet einen fast erstaunlichen Anblick dar; gerade wie beim Schädel eines Rochen findet man ein langes, einfach gebildetes Cranio-nasal-Thal, welches hinten von den Parachordalknorpeln und der Chorda, vorn in doppelter Ausdehnung von den verschmolzenen Trabeculae gebildet wird, mit deren quer gelagertem Vorderrand ein querer Labialknorpel sich vereinigt hat. Die periotischen Massen sind mit den Parachordalia und den Trabecularknorpeln verwachsen, aber der Schädelboden erstreckt sich noch eine beträchtliche Strecke über dieselben hinaus nach hinten und lässt die Exoccipitalwände entstehen. Die Trabeculae bilden vor den Ohrmassen abgestumpfte Seitenwände für die Schädelhöhle und diese Erhebungen convergiren oben gegen einander und verengern auf diese Weise den hohlen Raum des Schädels. Das eigent-

[5] In Bezug auf die Abbildungen und die genauere Beschreibung verweisen wir auf Philos. Transact. 1876.

liche Gehirn endigt an einer Stelle, welche nur um ein Viertheil der Länge der periotischen Knorpel vor denselben liegt, und die divergirenden Riechschenkel sind so lang wie das ganze Gehirn selbst. Das praecraniale Thal wird von den sich fortsetzenden Trabecularerhebungen von beiden Seiten her eingefasst, welche dann abermals auseinander weichen und also keine quer herüberziehende Ethmoidalwand bilden. Die Trabecularlamellen in den Seiten des praecranialen Thales sind nur dünn und wölben sich nach aussen jederseits über eine ansehnliche untere seitliche Concavität hinweg. Das praecraniale Thal wird von wässerigem Gewebe erfüllt, durch welches die Riechschenkel hindurchlaufen.

415. In der Ohrkapsel steht die Fenestra ovalis im Begriff, sich zu öffnen, sie wird aber blos von indifferentem Gewebe erfüllt. Das Tegmen tympani springt als ansehnlicher Lappen vom Hintertheil der Kapsel vor, ist nach der Seite hin schmäler und erstreckt sich dann breit vom ganzen vorderen und äusseren Rande aus. Es läuft nach vorn und aussen als breites Band, dessen Länge und Breite mit derjenigen der Kapsel übereinstimmt und verschmilzt sodann mit einem fussförmigen Lappen, welcher ein zugespitztes Ende nach vorn kehrt und damit beinah die Orbitalplatte des Suspensoriums erreicht. Dieser Lappen ist bestimmt, in den Annulus tympanicus überzugehen. Der Facialis verläuft unterhalb des Tegmen.

416. Das Unterkiefersuspensorium verwächst hinten mit dem Trabecularknorpel in der ganzen Breite jenes Abschnitts, wo derselbe die Wand für das Gehirn darstellt, und divergirt sodann allmählich von demselben, so dass zwischen ihnen ein schmaler, sichelförmiger, membranöser Raum übrig bleibt, das Subocularfenster, vorn abgerundet und hinten zugespitzt. Das Suspensorium verbreitert sich, während es nach vorn verläuft, und trägt einen ansehnlichen Orbitalfortsatz in einer Gegend, die nicht weit hinter der Nasenöffnung liegt. Der Quadratcondylus liegt genau auf demselben Niveau wie diese Öffnung und in dieser Gegend verwächst das Suspensorium auch mit dem axialen Knorpel vermittelst einer breiten postnasalen oder Gaumenlamelle und einer schmalen praenasalen Lamelle, welche die Stelle des Ligamentes einnimmt, das die Trabecularhörner bei der Kröte mit dem Quadratum verbindet. Der Augapfel ruht ein wenig ausserhalb des Subocularfensters auf dem Suspensorium auf.

417. Der Meckel'sche Knorpel ist im Vergleich mit dem vorhandenen Abschnitt des Hyoidbogens ziemlich klein. Sein Symphysenende ist zugespitzt und zwischen den gegenüberstehenden Spitzen der beiden Unterkieferäste findet man in der Fortsetzung ihrer Richtung ein paar kurze untere Labialknorpel (welche den unteren Labialknorpeln bei der Kaulquappe des Frosches sehr unähnlich sehen). Die oberen Labialknorpel sind, wie schon erwähnt, auch bedeutend anders gestaltet; die beiden Hälften verwachsen mit einander und in gewisser Ausdehnung auch mit dem vorderen Trabecularrande. Auf jeder Seite bleibt aber zwischen dem Labialknorpel und den Trabecularhörnern eine scharfe Spalte und der Labialknorpel verläuft dann als allmählich sich zuspitzender Faden von wirklichem Knorpel bis zum äussersten Ende des langen Tentakels, so dass er auf diesem Stadium bis ans Ende der Bauchhöhle reicht.

418. Der Hyoidbogen zeigt ein Ceratohyalstück ohne irgend welche Gliederung; dasselbe ist breit und massiv, jedoch bogig gekrümmt, und

es articulirt definitiv mit dem Suspensorium unterhalb des Orbitalfortsatzes. Eine Basihyobranchialplatte trennt die beiden Hälften des Zungenbeinbogens. Auf dieser Stufe findet sich noch kein oberer oder Columellarabschnitt. Vier Kiemenbogen sind vorhanden, alle sowohl oben als unten mit einander verwachsen, seitlich dagegen durch drei schmale schiefe Schlitze von einander getrennt. Der erste Bogen stellt eine grosse breite Knorpelkeule dar mit gebogenen Seiten, an denen strahlenförmig angeordnete Reihen von inneren büschelförmigen Kiemen sichtbar sind. Der zweite und dritte Kiemenbogen sind verhältnissmässig klein, der vierte ist bedeutend grösser und einigermaassen dem ersten ähnlich. Durch die Kiemenspalten kann man die fingerförmig in einander greifenden Papillen sehen, von welchen die baumartig verästelten äusseren Kiemen herauswachsen.

419. Bei Kaulquappen von *Dactylethra*, die ihre volle Grösse erreicht haben, hat die proportionale Breite des hinteren Schädelabschnitts bedeutend zugenommen. Das praecraniale Thal hat sich mit Knorpel erfüllt, durch welchen die Riechschenkel hindurchlaufen, und vom Ohrsack bis zum Nasensack stellt der Boden des Schädels eine einzige breite Knorpelscheide dar (wie bei Rochen und Haien), in der Mitte ein wenig convex, nahe den Rändern concav. Weit vorn findet sich eine schmale Nasenscheidewand. Die Labialtentakel sind um ein Drittel kürzer, aber man findet zwei neue Paare von Labialknorpeln in der Umgebung der untern und zwei an den obern Nasenlöchern. Der Quadratgelenkhöcker ist verhältnissmässig nicht weiter nach hinten gerückt. Zwei neben einander liegende Frontalia bedecken die Supracranial-Fontanellen und tragen am hintern Theil ihrer Oberfläche ein Paar kleine Parietalia. Das Parasphenoid (der erste Knochen, welcher überhaupt auftritt) hat die Gestalt eines Dolches; der Schädelknorpel wird auf jeder Seite durch einen continuirlichen Knochen verdrängt, welcher die Gegend des Exoccipitale und des Prooticums einnimmt.

420. Bei einer *Dactylethra* mit bereits zwei Beinen und schwindendem Schwanz besteht eine der auffallendsten Veränderungen im Zurückweichen des Quadratgelenkhöckers um eine Strecke, welche ungefähr einem Drittel der Länge des ganzen Schädels gleich kommt, so dass derselbe nun dem vorderen Rande des Frontale gegenübersteht. Der praecraniale Ethmoidalknorpel ist immer noch von grosser Breite, ebenso das Suspensorium; an demselben ist ein viel kleinerer Palatopterygoidstiel entstanden und sein arkadenartiger Theil hat sich vom Trabecularhorn losgelöst. Der Annulus tympanicus ist definitiv abgegliedert und hat die Gestalt eines Halbkreises bekommen. Der Stapes ist wohl verknorpelt, aber noch findet sich keine Columella. Das Parasphenoid ist vorn bis zur Subnasalregion vorgewachsen und trägt einen kleinen Vomer. Die Frontalia sind mit einander verwachsen. Nasalia, Maxillaria und Praemaxillaria sind aufgetreten. Der Meckel'sche Knorpel hat bedeutend zugenommen und ein dickes proximales Ende, an der innern Seite ein ektostotisches Articulare und vorn ein kleines Dentale erhalten. Der Mund zeigt nicht mehr die Gestalt wie bei einem Wels, sondern ist Batrachierähnlich geworden. Der Hyoidbogen ist immer noch sehr gross und scharf abgegrenzt, aber schon etwas aus seiner Gelenkverbindung mit dem Suspensorium losgelöst.

421. In der ausgewachsenen *Dactylethra* hat eine ganz gewaltige Umwandlung Platz gegriffen, denn wir finden nun eine schmale verlängerte Schädelhöhle, die Quadratgelenkhöcker im Niveau der periotischen Massen und ein sehr breites Subocularfenster, welches den Schädel vom Palatopterygoidstreifen sondert. Der Abschnitt der Schädelwand und des Bodens zwischen der Nasal- und der Ohrregion besteht fast durchweg aus solidem Knochen, aber dieser Sphenoidknochen erstreckt sich kaum bis in den Ethmoidabschnitt. Die lange obere Fontanelle wird von dem grossen Parieto-Frontale überdeckt. Vorn vor dem Schädel liegt auf dem Knorpel ein dreistrahliges Supraethmoid auf, dessen medianer Strahl die Nasenscheidewand bedeckt. Die Nasalregion mit ihren Hörnern, mit ihren verkürzten primären Labialknorpeln und mehreren Paaren klappenartiger secundärer Labialknorpel bietet mancherlei Züge der Übereinstimmung mit den Selachiern dar.

422. Das Parasphenoid reicht fast bis zum Ende der Schnauze, indem der einfache Vomer unterhalb desselben hinter seinem vordern Ende liegt. Ein Palatinum und ein Jugale fehlen vollständig und das hintere Ende des Maxillare steht weit vom Quadratum ab. Das grosse Pterygoid legt sich hinten dem Suspensorium von unten an, wobei es sich nach innen soweit ausdehnt, dass es die kurzen Basitemporalflügel des Parasphenoids noch berührt. Das Suspensorium befestigt sich nicht ganz direct an die Schädelwand, sondern verschmilzt mit dem Ohrknorpel, ohne sich in sehr deutlich gesonderte Fortsätze zu vertheilen. Der verlängerte Unterkiefer enthält noch viel Knorpel und trägt blos zwei Knochen, ein Articulare und ein Dentale. Es findet sich eine sehr grosse Columella, an welcher der Knorpel nicht gegliedert ist, sondern nur zwei schaftförmige Knochen von ziemlich gleicher Länge auftreten, das Inter- und das Mediostapediale. Das Extrastapediale ist eine grosse Knorpelplatte, welche sich der Aussenfläche des Squamosum, des Quadrato-jugale und des Quadratum auflegt und in das Trommelfell eingebettet ist. Rings um dasselbe befindet sich der verschmälerte Annulus tympanicus, dessen obere Lücke durch zwei kleine Tympanumknochen ausgefüllt wird. Der untere Hyoidabschnitt ist aus seiner früheren massiven in eine sehr schlanke Gestalt übergegangen; er tritt nicht in nähere Beziehung zur Ohrkapsel, sondern hängt hinter und unterhalb der Anheftungsstelle des Suspensoriums vermittelst eines Bandes von ziemlicher Länge an derselben. In der Mittellinie der Bauchseite verwachsen die beiden Bogen mit einander und mit dem Basibranchialstück. Der vordere Abschnitt der ursprünglichen Kiementasche ist jederseits zu einer langen und breiten Platte geworden. Vom Basibranchialstück ragen ein Paar Kiemenbogen nach hinten vor (»Thyrohyalia«), welche als schaftförmige Knochen ossificiren und den Kehlkopf stützen.

Der Schädel von Pipa.

423. Bei Embryonen der merkwürdigen Surinamkröte, *Pipa monstrosa,* welche aus den Rückentaschen der Mutter entnommen wurden, als sie neun Linien Länge erreicht hatten, findet sich ein Schädel, der soweit entwickelt ist wie bei den frühesten von uns beschriebenen Larven von

Dactylethra, während sie immer noch auf eine wenig differencirte Dottermasse aufgewunden erscheinen, wobei der Schwanz beinah mit dem Kinn zusammenstösst. Die Gliedmaassen sind wohl entwickelt und treten äusserlich frei hervor und doch sind die Gehirnblasen noch sehr kugelig und der Kiemendeckellappen klein und frei. Es finden sich keine hornigen Kinnladen, keine Labialknorpel und keine Spuren von Kiemen, obgleich die Kiemenbogen und die Aortenbogen ausgebildet sind. Die Ohrsäcke mit dem Hinterhirn sind sehr gross und nehmen ungefähr die Hälfte des Kopfes ein. In vielen Hinsichten erscheinen Kaulquappen des gemeinen Frosches und der gemeinen Kröte von der halben Länge dieser Embryonen weiter vorgeschritten als diese, und schon auf einem Drittel ihrer Länge sind erstere frei und lebhaft beweglich. Bei *Pipa* aber ist der ganze Embryo einer Kaulquappe sehr unähnlich; er scheint niemals Kiemen zu bekommen und die Metamorphose hat er durchlaufen, bevor die Ausstossung aus der Rückentasche stattfindet.

424. Der Schädel lässt sich im Wesentlichen wohl mit demjenigen von *Dactylethra* vergleichen, unter Berücksichtigung freilich erheblicher Abweichungen in der verhältnissmässigen Grösse der Theile. Der hintere Abschnitt wiegt bedeutend vor und zeigt einen langen, dem Schädel zugehörigen Abschnitt der Chorda; das Gehirn reicht fast bis zum vordern Ende des Kopfes. Der Knorpel hat sich noch nicht rings um die Chorda vereinigt, aber der intertrabeculare Raum ist schon mit Knorpel erfüllt, welcher eine breite Trabecularplatte bildet, die sich nach aussen in die Unterkiefersuspensoria fortsetzt. Das Subocularfenster stellt eine blosse Ritze dar. Am Suspensorium findet sich ein deutlich abgegrenzter Ohrfortsatz. Das Tegmen tympani ist kein so auffälliges Gebilde wie bei *Dactylethra.* Die Fenestra ovalis steht eben im Begriff sich zu bilden. Die Trabecularhörner sind frei. Der Hyoid- und die Kiemenknorpel gleichen im Ganzen sehr denjenigen von *Dactylethra,* obwohl sie durchweg kleiner sind; sie stehen aber bereits auf der Höhe ihrer Entwickelung. Die Aortenbogen zeigen keine secundären Äste.

425. Die Metamorphose wird vollständig durchlaufen, während die Larve noch in der mütterlichen Tasche verweilt. Bei immer noch zusammengerollten und kaum mehr als einen halben Zoll Länge messenden Geschöpfen so gut wie bei anderen, die bereits ihren Kopf aus der Öffnung der Rückentaschen hervorstrecken und $7^1/_2$ Linien lang sind, ist die Verknöcherung schon sehr lebhaft eingetreten. Der Kopf und der Körper sind blos einen Viertel Zoll länger als zu der Zeit, wo die Dottermasse noch kaum abgenommen hatte. Der ursprüngliche Grundplan wird so zu sagen mit nur geringen Modificationen in der Grösse der einzelnen Abschnitte ausgeführt.

426. Zwei der merkwürdigsten Züge im Chondrocranium sind die Resorption des grössten Theils des Knorpels am Boden des Schädels mit Einschluss eines Abschnitts der postpituitaren Region und die ausserordentlich starke Zunahme des Subocularfensters. Das Palatopterygoid stellt einen schlanken Knorpelstab dar. Die Columella ist schon in dieser frühen Periode vollständig ausgebildet, ganz im Gegensatz zu ihrer späten Entwickelung beim Frosch. Das Ceratohyale ist vollkommen resorbirt worden; die Kiemenbogen haben sich zu einer Form zurückgebildet,

welche der Hauptsache nach mit ihrem Zustande bei *Dactylethra* übereinstimmt.

427. Die Chorda hat sich verhältnissmässig nur wenig verkleinert, sie liegt hauptsächlich auf der Basilarplatte hinten und auf dem Parasphenoid vorn, frei von jeder Beziehung zum Knorpel. Hinten bezeichnet jederseits eine Spalte die Trennungsstelle zwischen dem nahezu resorbirten Ohrknorpel und der Basilarplatte, vor dieser Lücke sind der Ohrknorpel, der Basilar-, der Trabecular- und der Suspensorialknorpel mit einander vereinigt, die Abschnitte der rechten und linken Seite aber bleiben weit von einander getrennt. In der Gegend des Sehnerven erscheint die Trabecula auf ihre normale Grösse reducirt. Von da an verbreitern sich wieder beide Streifen ausserordentlich stark, indem sie nach innen verlaufen, um mit einander sich zu vereinigen und den Ethmoidalboden zu bilden, auf welchem die Riechlappen und das vordere Viertheil der Gehirnhemisphären liegen. Die knorplige Schädelwand steht in unmittelbarer Verbindung mit der Trabecularbasis und stellt eine dünne verticale Lamelle dar, welche sich von der Ohrkapsel bis in den Ethmoidalabschnitt erstreckt und mit dem eben beschriebenen Ethmoidalboden verschmilzt und eine schmale vordere Ethmoidalwand für die Schädelhöhle bildet; Alles das bleibt durchaus unverknöchert. Der Knorpel setzt sich nach vorn in eine verhältnissmässig schmale Nasenscheidewand mit rücklaufenden Trabecularhörnern fort und springt seitlich in die fast quergestellten Antorbital- und Palatinstreifen vor. Nach beiden Seiten hin wächst von der Spitze der Nasenscheidewand ein kleines Alinasaldach hinaus und die Umhüllung der Nasenhöhle wird dann von drei Paar oberen Labialknorpeln ergänzt, von denen zwei sich in die Oberlippe erstrecken.

428. Vom Ethmopalatinstreifen entspringt ein kräftiger Praepalatinsporn, welcher parallel den beiderseitigen Trabecularhörnern nach vorn verläuft; hinter diesem erstreckt sich die Hauptspange ziemlich lang nach hinten, wobei sie sich mit der vorderen Seite des Suspensoriums unmittelbar nach innen vom Gelenkhöcker verbindet. Das Suspensorium befindet sich in einem ganz anderen Zustande als früher: der Pediculus vor der Ohrkapsel ist schmal, vereinigt sich aber breit mit der Basis und der Seitenwand des Schädels. Seine Richtung geht nach vorne und innen vom Quadratcondylus, — früher war er nach hinten gerichtet. Der Ohrfortsatz setzt nahezu die Linie des Pediculus nach hinten fort; er verschmilzt nicht mit der periotischen Masse und liegt unmittelbar hinter dem Palatopterygoidstreifen. Der Quadratabschnitt zeigt eine geringe Ausdehnung und liefert einen zweilappigen Gelenkhöcker. Statt auf dem Niveau des vorderen Endes des Subocularfensters zu liegen, befindet er sich nun unterhalb der hinteren Ecke desselben. Die Columella erstreckt sich über den Ohrfortsatz nach vorn bis zum Palatopterygoidstreifen. Der Fortsatz des Suspensoriums, welcher den Condylus für das Ceratohyale trägt, ist entsprechend der Rückbildung dieser knorpligen Platte verschwunden.

429. Die Schädelknochen bieten bemerkenswerthe Züge dar. Man findet eine Occipito-otische Masse, welche kleine Exoccipitalabschnitte aufweist, die oben in der Mitte fast mit einer kräftigen Supraoccipitalbrücke zusammenstossen, unterhalb deren eine knorplige Platte übrig bleibt, und

ferner sehr vollständige Ohrumhüllungen, die den grössten Theil des Knorpels an der untern Seite verdrängt haben, während derselbe oben in grösserer Ausdehnung persistirt. Die am weitesten vorstehenden äusseren und vorderen Abschnitte der Kapsel bleiben vom Knochen unberührt. Das sehr grosse Parasphenoid gleicht bedeutend demjenigen eines ausgewachsenen perennibranchiaten oder eines jungen caducibranchiaten Urodelen. Es endigt hinten ungefähr unter der Mitte der Ohrregion mit einem scharfen Sporn und vorn unterhalb der Nasenscheidewand mit einer anderen scharfen Spitze; am breitesten ist es in der Ethmoidregion. Ein Vomer ist nicht vorhanden. Die Schädelfontanellen werden mehr als bedeckt von einem grossen einfachen Parieto-Frontalknochen, der sich nach hinten bis auf das Supraoccipitale erstreckt. Ein vorderer medianer Sporn wird von einer supraethmoidalen ektostotischen Platte geliefert.

430. Die Nasalia sind halbkreisförmige, vorn für die Aufnahme der äusseren Nasenlöcher eingeschnittene Knochen. Vor jedem liegt ein kleines Praeorbitale und ein kleineres Septo-maxillare. Die Praemaxillaria und Maxillaria sind flache einfache Knochen, welche vollständig unterhalb der vorderen Knorpelgebilde liegen. Die Maxillaria haben eine sichelförmige Gestalt, indem sie hinten mit scharfen Spitzen kurz vor den Pterygoidea endigen. Der Palatopterygoidknorpel ist weiter nach aussen gebogen als der Maxillarknochen. Ein zarter griffelförmiger Palatinknochen erstreckt sich dann zwischen dem Parasphenoid und dem Maxillare. Das Pterygoid liegt unterhalb des entsprechenden Knorpels und des Suspensoriums und berührt nahezu das Parasphenoid, sein Querabschnitt ist bei weitem der grössere. Eine Quadratverknöcherung ist nicht zu finden. Der Meckel'sche Knorpel wird zum grössten Theil von dem ektostotischen Articulare umhüllt, welches fast bis an die Symphyse reicht. Das Dentale ist an der Symphyse am grössten. Das Squamosum besteht aus einer auf dem Suspensorium liegenden Lamelle, welche durch die Columella bedeckt wird, und einer horizontalen Ausbreitung auf der Seite der Ohrkapsel. Die Columella befestigt sich an dem einfachen, nicht verknöcherten Stapes; der lang gestreckte Knorpel gliedert sich nicht, sondern wird blos von einem interstapedialen und einem mediostapedialen schaftförmigen Knochen umhüllt und setzt sich nach vorn in den verbreiterten Extrastapedialknorpel fort, der von dem U-förmigen Annulus tympanicus umgeben wird; auch ein Suprastapediale ist nicht vorhanden.

431 Obgleich der Schädel der ausgewachsenen *Pipa* keinerlei Gebilde darbietet, welche sich nicht auf Grund der zuletzt beschriebenen Form erklären liessen, so stellt er doch eines der merkwürdigsten Erzeugnisse von Knochen-Architectur dar, das man sich denken kann. Der Knorpel ist fast vollständig resorbirt, die knöchernen Abschnitte haben bedeutend an Ausdehnung und Masse gewonnen und infolge der Veränderung ihrer relativen Grösse zeigt der Schädel ein ausserordentlich anderes Aussehen. Seine Breite ist wieder halb so gross geworden wie seine Länge, indem die Ohrkapseln auf langen Stielen vorstehen. Die Quadratgelenkhöcker sind in eine Lage zurückgedrängt, welche parallel den Occipitalcondylen liegt, obgleich auf tieferem Niveau. Der Schädel selbst ist ausserordentlich abgeflacht und die Knochen des Daches und des

Bodens stossen an den Seiten zusammen. Die Maxillaria vereinigen sich mit den Pterygoidea, um die obere Kinnlade zu bilden.

432. Die hintere Ansicht des Schädels stellt einen knöchernen Bogen dar mit nach oben gewendeter Convexität, welcher zahlreiche Vorsprünge für Anheftung von Muskeln bietet und fast ausschliesslich aus der occipito-otischen Masse besteht. Im basioccipitalen Abschnitte bleibt ein kleiner medianer Theil unverknöchert, der Rest des Foramen magnum wird von Knochen umgeben und hier bleibt kein Knorpel übrig. Die Occipitalmasse erstreckt sich nach aussen bis zum Squamosum und Quadratknochen und fast bis zum Quadratgelenkhöcker. Die Hinterhauptscondylen sind stark nach aussen gewendet. Der prootische Abschnitt der occipito-otischen Masse reicht nach aussen bis an den Trommelfellapparat, der dicht am Quadrat-Condylus liegt. Das Parasphenoid ist ein breiter länglicher Knochen, der hinten einen Winkel zwischen der rechten und linken occipito-otischen Masse ausfüllt, wo sie sich unten fast berühren, während er vorn einen medianen Sporn unterhalb der Nasenscheidewand und ein Paar von Gaumenflügeln abgibt, welche die Maxillaria erreichen. Ein Vomer fehlt. Das massive Fronto-Parietale ist in der Ethmoidalregion doppelt so breit als hinten, wo es den Supraoccipitalabschnitt überlagert. Es trägt einen medianen Supraethmoidsporn und grosse seitliche Flügel, die sich zu beiden Seiten bis auf das Maxillare herab ausdehnen. In den Schädelwänden ist kein Knorpel mehr zu finden, sein Mangel wird aber dadurch ersetzt, dass das Parasphenoid beiderseits schief nach oben emporstrebt, um mit einer langen Orbitalplatte des Parietofrontale zusammenzustossen. Ein Sphenethmoid ist nicht vorhanden.

433. Knorpel persistirt im Ethmoid-, Nasal- und Ethmopalatinabschnitt. Der Praepalatinsporn bleibt bestehen und ebenso ein schlanker Abschnitt des Palatopterygoidstreifens, welcher bei Weitem nicht bis an das Suspensorium oder die Antorbitalgegend reicht. Die Nasenscheidewand besteht fort, ist aber sehr niedrig; auch der Alinasalknorpel ist klein; die rücklaufenden Trabecularhörner sind lang, schlank und gerade und divergiren von der Scheidewand unter einem Winkel von etwa 45 Grad; ein kleiner Praenasalsporn ragt von der Scheidewand nach vorn; sämmtliche Labialknorpel sind bis auf ein einziges Paar verschwunden. Die grossen dreieckigen Nasalia erstrecken sich nach vorn bis an das Ende der Schnauze, wo sie zusammenstossen; sie sind eingekerbt zur Aufnahme der äusseren Nasenlöcher und überdecken das Parietofrontale. Unterhalb der Nasenöffnungen liegt das Praeorbitale und das Septomaxillare.

434. Die Praemaxillaria und die Maxillaria sind zahnlose Gaumenplatten. Die letzteren sind bedeutend grösser, entsenden einen Sporn nach innen von den innern Nasenlöchern und erstrecken sich nach hinten unter dem Pterygoid-Knochen entlang ungefähr ihre halbe Länge. Der vordere Abschnitt des Pterygoids ist von beträchtlicher Breite, indem er den subocularen Raum umgrenzt, welcher breiter ist als der Schädel selbst, während trotzdem der Augapfel sehr klein ist und nur auf dem vorderen äusseren Theil des Pterygoids aufruht. Hinten erstreckt sich das Pterygoid in querer Richtung unterhalb der Ohrmasse so weit, dass es das Paraspe-

noid erreicht und der Mittellinie sehr nahe kommt; ausserdem findet sich ein kleiner Fortsatz, der sich nach aussen und hinten unterhalb des Quadratums ausdehnt. Das Suspensorium ist von der Ohrmasse gar nicht zu unterscheiden (obgleich etwas Knorpel übrig bleibt), ausser durch den Umstand, dass das Quadratum einen gesonderten ansehnlichen Knochen darstellt. Das Squamosum umfasst den äusseren Rand der Ohrmasse und die obere und hintere Fläche des Quadratums. Die Columella zeigt ein verhältnissmässig verbreitertes Extrastapediale, welches von einem fast vollständig geschlossenen Ring von Knorpel umschlossen wird, dem Annulus tympanicus. Der Stapes und die Fenestra ovalis werden von einer ringförmigen Knorpelerhebung umgeben. Der Facialis tritt aus der oberen Fläche der Ohrmasse ungefähr halbwegs gegen den Quadratgelenkhöcker hin hervor und geht über die Columella hinweg. Die beiden Hälften der ebenfalls zahnlosen unteren Kinnladen besitzen eine fibröse Symphyse und sind selbst sehr rippenartig gestaltet; der Articularknochen verläuft fast bis gegen das Kinn hin und wird dort von dem Dentale bedeckt, welches nur zwei Dritttheile seiner Länge besitzt.

VI. Capitel.

Der Schädel der gemeinen Natter *(Tropidonotus natrix).*

435. Die frühesten Entwickelungsstadien des Schädels dieser Form sind vor langer Zeit schon durch RATHKE beobachtet worden und seine Darstellung derselben ist noch keineswegs veraltet. So sind denn auch die ersten beiden Stadien, die wir unten beschreiben, ein Auszug aus RATHKE's „Entwickelungsgeschichte der Natter“ aus dem Jahre 1839[1].

Erstes Stadium.

436. Die Trabeculae stellen bei ihrem ersten Auftreten zwei schmale Bänder dar, welche aus derselben gallertartigen Substanz bestehen, die auch die gesammte Umhüllung der Chorda bildet; sie sind nicht scharf differencirt, sondern blos verdickte und etwas festere Theile jener Hälfte des Schädelbodens, welche unter der vordern Gehirnblase liegt. Hinten werden sie durch eine schmale Lücke getrennt und von da biegen sie sich in einem Bogen bis ungefähr zur Hälfte ihrer ganzen Länge, immer weiter auseinandergehend, während sie nach vorn verlaufen. Später krümmen sie sich wieder zusammen, so dass sie einander wieder sehr nahe oder sogar in directe Berührung kommen. Alle beide stellen gleichsam zwei Hörner da, zwischen welchen die Umhüllungsmasse der Chorda (der Parachordalabschnitt) sich nach vorn fortsetzt. Der verlängerte (intertrabeculare) Raum zwischen ihnen ist in der Mitte ziemlich breit und wird von noch zarterer Bildungsmasse erfüllt, auf welcher das Infundibulum und das Vorderhirn aufruht.

[1] Siehe Huxley, Proc. Roy. Soc., Nov. 1858, S. 56 und Elements of Comparative Anatomy, S. 237.

Vorn reichen die Trabeculae bis zum Stirnabschnitt des Kopfes und krümmen sich dann sanft nach oben in die Stirnwand des Schädels, dort findet sich aber auch eine kleine seitliche Hervorragung oder ein Horn, das jederseits nach aussen geht.

437. Die mittlere Trabecula[2] wächst mit sammt dem Gehirn weiter und weiter in die Schädelhöhle hinein und zu einer Zeit, wo die Dura mater unterscheidbar zu werden beginnt, ist es schon viel leichter sichtbar als früher, dass die mittlere Trabecula eine quere Falte aus sich empordrängt, welche die Schädelhöhle in transversaler Richtung durchzieht. Die Falte selbst geht seitlich in die Schädelwand über, sie ist in der Mitte am höchsten, wo sie die mediane Trabecula umschliesst, und wird nach aussen hin niedriger, wo sie gleichsam einen kurzen Flügel bildet, der von der Trabecula ausgeht. Mit der Zunahme ihrer Länge wird die mittlere Trabecula auch immer breiter und breiter gegen ihr freies Ende hin und für eine kurze Zeit nimmt sie auch an Dicke zu, später aber wird sie allmählich dünner, ohne dass irgend eine Veränderung in ihrem Gewebe vor sich ginge, bis sie am Ende ihrer zweiten Periode nur noch eine dünne Lamelle darstellt und eine kurze Zeit später (in der dritten Periode) vollständig verschwindet.

438. Bei Säugethieren, Vögeln und Eidechsen, d. h. also bei den Thieren im Allgemeinen, bei welchen die mittlere Gehirnblase sehr kräftig nach oben gekrümmt ist und einen Vorsprung bildet, während die Basis des Gehirns eine tiefe Spalte zwischen dem Infundibulum und der hinteren Gehirnblase darbietet, findet man ein Gebilde, welches dieser mittleren Trabecula des Schädels der Natter ähnlich ist. Bei diesen Thieren drängt dasselbe gleichfalls auf einer bestimmten sehr frühen Periode des embryonalen Lebens eine Falte der Dura mater empor, welche von dem einen künftigen Felsenbein (Prooticum) zum andern hinüberläuft und nach einer gewissen Zeit sehr stark in die Schädelhöhle hinein vorspringt. Etwas später jedoch nimmt sie (die mittlere Trabecula) wieder an Höhe und Dicke ab, bis sie endlich vollständig verschwindet, wobei die beiden Schichten der Falte, welche sie emporgehoben hatte, mit einander in Berührung kommen. Wenn dies geschehen ist, nimmt auch die Falte an Höhe ab und verstreicht schliesslich fast vollständig.

Zweites Stadium.

439. Die Trabeculae erlangen grössere Festigkeit, bekommen eine schärfere Abgrenzung gegen die umgebenden Theile und nehmen eine bestimmtere Form an, indem sie in der That fadenartig werden, so dass sie je weiter nach vorn desto dünner erscheinen. Sie nehmen sehr wenig an Dicke zu, viel mehr aber an Länge während des weiteren Wachsthums des Kopfes. Ganz zuvorderst verschmelzen sie mit

[2] Diese Darstellung von Rathke's „mittlerer Trabecula" wird etwas ausführlicher gegeben, damit ihre grosse Bedeutung in's rechte Licht treten möge.

einander und stellen einen Internasalabschnitt dar. Sobald die Riechorgane merklich an Grösse zunehmen, verlängert und verdickt sich der Scheidewandabschnitt ziemlich stark, ohne jedoch so breit zu werden wie der hintere Theil der Trabeculae. Die seitlichen Verlängerungen, welche jetzt vom internasalen Abschnitt ausgehen, werden nur wenig dicker, obwohl sie beträchtlich an Grösse gewinnen.

440. Die seitlichen Theile und die obere Decke des Craniums mit einziger Ausnahme der Ohrkapsel bleiben vollständig membranös, indem sie in der That ausschliesslich aus der häutigen Bedeckung, der Dura mater und einem dünnen dazwischen geschobenen Blastem bestehen, welches in der oberen Gegend kaum wahrnehmbar ist, dagegen an den Seitenwänden und gegen die Basis des Schädels hin etwas zunimmt.

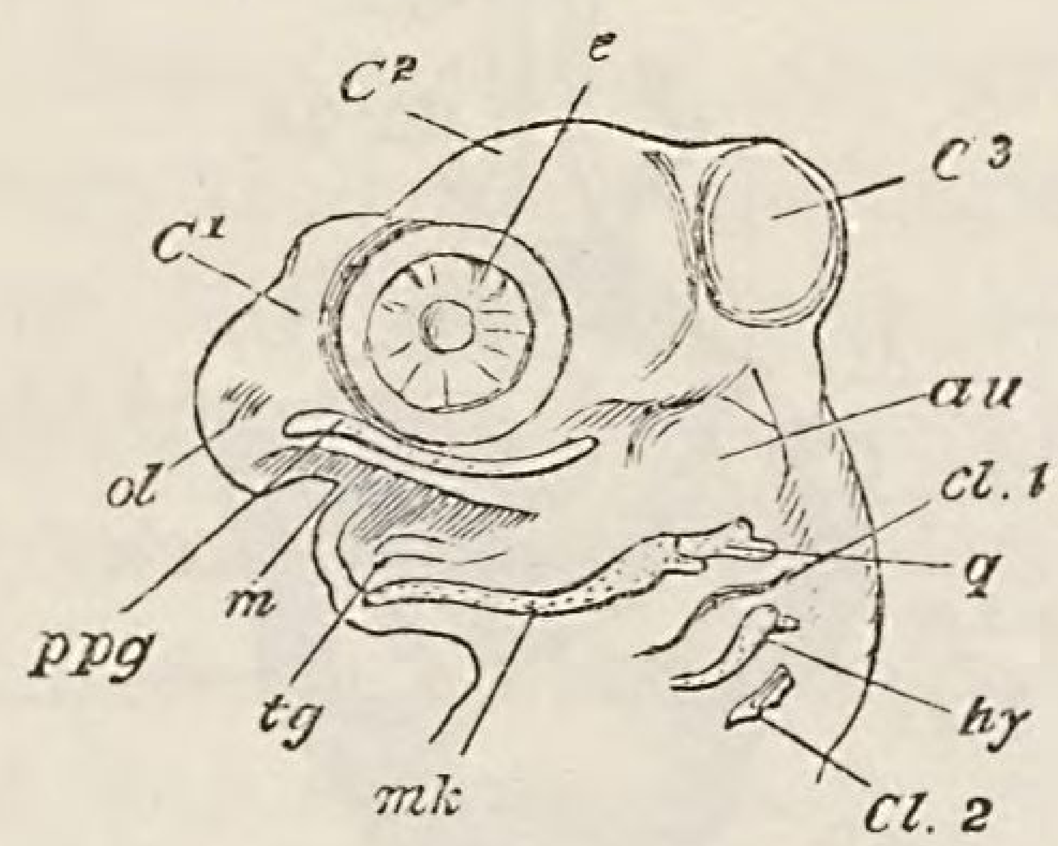
Drittes Stadium: Natter-Embryo von ungefähr $1^3/_4$ Zoll Länge.

441. Diese Embryonen haben die mittlere Kopfkrümmung bereits überwunden, aber die Visceralspalten bleiben noch offen und zwar drei ganz deutlich, die vierte etwas verwischt. Der Kopf (Fig. 48) hat ein sehr wunderliches Aussehen, indem er von einer ganzen Reihe kolbiger Hervorragungen bedeckt wird. Die Nasenregion ist abgerundet und mit einem Schnabel versehen. Die Riechhöhlungen haben sich ausgebildet und der Nasengang ist zur Durchbrechung gelangt. Die Augen *(e)* sind sehr gross, indem sie den doppelten Durchmesser der Ohr- und Nasensäcke haben. Obgleich die mittlere Kopfkrümmung verloren gegangen ist, findet sich doch eine merkliche Krümmung des Kopfes gegen den Hals.

442. Der Mundwinkel liegt unmittelbar unter dem vorderen Rande des Ohrsackes. Die inneren Nasenlöcher sind bereits gebildet und öffnen sich neben einander in einer gemeinschaftlichen Vertiefung in der Mittellinie des Gaumens. Die (Maxillopalatin-) Wangenmasse, welche sich von den Nasensäcken bis zum Mundwinkel erstreckt, lässt zwei Gewebszüge unterscheiden, welche noch besser sichtbar werden, wenn der Unterkiefer entfernt ist. Dann findet man einen äusseren Maxillar- und einen inneren Palatopterygoidstreifen. Der Unterkiefer ist von entsprechender Länge und Dicke im Verhältniss zum Oberkiefer und zwischen seinen Ästen kann man ein paar stabförmige Hervorragungen erkennen, welche die Anlage der Zunge und ihrer Scheide enthalten.

443. Auf diesem Stadium ist das Chondrocranium bereits wohl ausgebildet. Der Schädelabschnitt der Chorda (Fig. 49, *ch*) ist kurz und auf sich selbst zusammengedreht; er erreicht auch nicht einmal ganz zwei Fünftel der Entfernung zwischen dem Hinterhauptende des Schädels und dem Pituitarkörper. Die Parachordalknorpel haben sich an zwei Stellen hinter dem Pituitarkörper und vor der Chordaspitze vereinigt. Eine breite Brücke findet sich unmittelbar vor der Chorda,

Fig. 48.



Natterembryo von 1¾ Zoll Länge. Seitenansicht des Schädels mit durchscheinenden Gesichtsbogen.

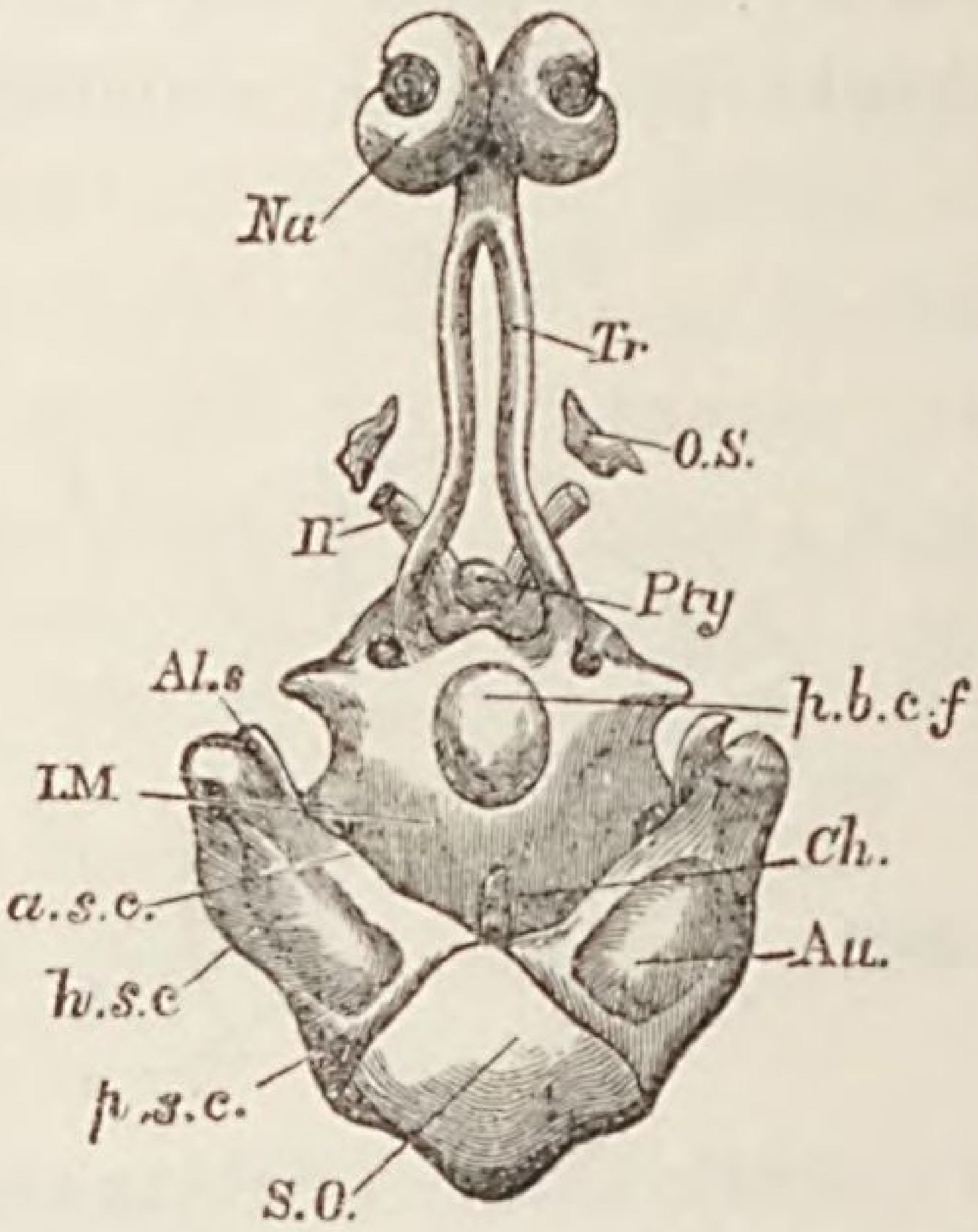
C1, 2, 3 Gehirnblasen; *ol* Nasensack; *e* Augapfel; *au* Ohrmasse; *m* Mund; *ppg* Palatopterygoidstreifen; *mk* Meckel'scher Knorpel; *q* Quadratum; *tg* Anlage der Zunge; *hy* Hyoidbogen; *cl. 1, 2* Visceralspalten.

die andere ist schmäler und liegt dicht hinter dem Pituitarkörper. Zwischen diesen beiden Brücken bleibt ein breiter ovaler Raum, des Knorpels entbehrend, übrig *(p. b. c. f)*. Der vordere Theil des Parachordalknorpels wendet sich der postpituitaren Brücke gegenüber nach aussen, um einen höckerigen Fortsatz zu bilden mit nach unten gewendetem concavem Rand. Gerade nach aussen von derselben Brücke durchbohrt die Carotis den Knorpel zu beiden Seiten. Dieser Punkt bezeichnet zugleich die Vereinigung der Parachordalknorpel mit den Trabecularknorpeln.

444. Die Trabeculae *(tr)* erstrecken sich als rundliche Stäbe nach vorn, sind dem Pituitarkörper gegenüber weit von einander getrennt, convergiren aber dann vorn rasch, um jedoch bis zur Nasenregion immer noch durch eine Entfernung von einander getrennt zu bleiben, welche ihrer eigenen Breite nahezu gleichkommt. Die Strecke, längs welcher die Trabeculae getrennt bleiben, beträgt ungefähr ein Drittel des ganzen Schädels. Vorn verschmelzen die Trabeculae und bilden eine ansehnliche Internasalplatte. Auch entsenden sie ein niedriges

Nasenseptum, welches an seinem obern Rande mit den Nasenkapseln zusammenhängt. An den Seiten des vordern Endes des Septums finden sich seitliche Fortsätze, die Trabecularhörner, und ein medianer vorderer Auswuchs, der Praenasalknorpel.

Fig. 49.



Natterembryo von ungefähr $1^3/_4$ Zoll Länge. Das Chondrocranium von oben gesehen, nach Entfernung des Gehirns und der Kiefer.

S.O Supraoccipitalstücke; *Au* Ohrkapsel; *a.s.c*, *h.s.c*, *p.s.c* vorderer, horizontaler und hinterer halbkreisförmiger Canal; *Ch* Chorda; *J.M* Basilarplatte; *p.b.c.f* hintere basicraniale Fontanelle; *Al.s* Alisphenoidknorpel; *Pty* Pituitarkörper; *Tr* Trabecula; *O.S* Orbitosphenoidknorpel; *II* Nervus opticus; *Na* Nasenkapselknorpel.

445. Die Nasenlöcher liegen zur rechten und linken Seite des Septums, aber auf etwas niedrigerem Niveau, am Vorderabschnitt des Gaumens. Die ganze Nasenwand ist verknorpelt. Von oben betrachtet erscheint jedes Nasendach *(na)* als nierenförmige Knorpelmasse, beide aber stehen mit ihren Rückseiten in directer Berührung, während die äussere Nasenöffnung den Hilus der Niere einnimmt. Die Nasenknorpel sind, mit den Trabeculae verglichen, verhältnissmässig gross und verschmelzen nahezu in der ganzen Ausdehnung des Nasenseptums mit demselben.

446. Der hintere Abschnitt des basicranialen Knorpels hat zwei zitzenförmige Gelenkvorsprünge, je einen zu beiden Seiten der Chorda, und etwas vor diesen finden sich das vordere und das hintere (oder besser das äussere und das innere) Foramen condyloideum. Das Chondrocranium ist in der Occipitalregion sowohl seitlich als oben zum Abschluss gelangt. Der Supraoccipitalabschnitt *(S.O)* stellt einen in der

Mittellinie hinten vorspringenden Höcker dar. Vorn dagegen ist derselbe gleich einem rechteckigen Keil gestaltet, welcher zwischen die Ohrkapseln hineinpasst, jedoch ist die Vereinigung der ursprünglichen supraoccipitalen Hälften noch nicht ganz vollständig und ebenso bleibt ihre seitliche Vereinigung mit den Ohrkapseln noch unvollkommen.

447. Die periotischen Massen haben eine merkwürdige dreieckige Gestalt. Die lange Basis des Dreiecks ist nach aussen gewendet, während die Spitze nach innen liegt, gegen den vordern Theil des supraoccipitalen Keiles gekehrt, so dass die beiden Kapseln im Schädeldach beinah zusammen stossen. Der vordere Theil der Kapsel divergirt viel weiter von der Mittellinie als der hintere Abschnitt; er ist zugleich länger und reicht bis auf das Niveau der Mitte der hinteren basicranialen Fontanelle herab. Die halbkreisförmigen Canäle sind verhältnissmässig sehr gross und wohl ausgebildet; der vordere und der hintere stossen unter weniger als einem rechten Winkel am inneren (supraoccipitalen) Theile der Kapsel zusammen und ihre Ampullen lassen sich von oben ganz gut erkennen. Die grosse supracraniale Fontanelle wird von hinten beinah ausschliesslich durch den etwas concaven inneren und oberen Rand der Ohrkapsel begrenzt, längs welches Randes der grosse vordere Canal verläuft.

448. Der Spitze der Chorda gegenüber wächst das membranöse Labyrinth in der unteren Kante jeder Kapsel zu einer rudimentären Schnecke aus, welche gerade nach innen vom äusseren Canal liegt. Hinter und über dieser Anschwellung findet sich an der unteren seitlichen Fläche der Kapsel die Fenestra ovalis, durch eine membranöse Platte verschlossen, die in unmittelbarem Zusammenhang mit dem Hyoidbogen verknorpelt. Ein Divertikel lässt sich nach hinten von der Fenestra ovalis erkennen: es ist dies der Anfang der Fenestra rotunda, welche sich später durch einen Knorpelstreifen von der ersteren abtrennt. Hinter diesen Gebilden und nach innen von ihnen sieht man den Glossopharyngeus und den Vagus in der Grenzlinie zwischen der Ohrmasse und dem Occipitalknorpel nach aussen durchtreten.

449. Zwischen der nach aussen gewendeten vorderen Endigung des Basilarknorpels und der Seitenwand der Ohrmasse kommt ein grosser rundlicher Einschnitt zur Ansicht, gerade gegenüber der postpituitaren Fontanelle und ziemlich von gleicher Grösse wie diese. Ein Theil dieses Einschnittes wird von einem kleinen vollkommen selbständigen ohrförmigen Knorpelstück eingenommen, dessen zugespitztes Ende nach

vorn und dessen convexer Rand nach innen sieht; dies ist der Alisphenoidknorpel *(Al.s)*. Der Orbitonasalast des Trigeminus tritt zwischen diesem Knorpel und der Ohrkapsel durch, um dann nach vorn in die Augenhöhle zu verlaufen. Der zweite und der dritte Ast des Trigeminus treten gleichfalls hinter diesem Alisphenoidknorpel nach aussen.

450. Die einzigen verknorpelten Abschnitte in den Visceralbogen findet man im Mandibular- und im oberen Abschnitt des Hyoidbogens (Fig. 48). Das Quadratum *(q)* hat sich vom Meckel'schen Stabe abgegliedert und liegt lose ausserhalb der oberen und äusseren Seite der Ohrkapsel, wobei sein hinterer Ohrfortsatz, welcher etwas zweigespalten erscheint, nahezu den hinteren Canal erreicht. Der dem Pediculus beim Frosch entsprechende Theil stellt blos einen kurzen rundlichen Lappen dar. Der Schafttheil des Quadratums wendet sich nach vorn und unten und die Gelenkfläche liegt auf ebenso hohem Niveau wie der äussere halbkreisförmige Canal. Der Unterkiefer *(mk)* ist ein schlanker S-förmig gekrümmter Stab, welcher die Richtung des Quadratumschaftes fortsetzt und einen langen eckigen Fortsatz besitzt, der hinter der Gelenkfläche emporsteigt. Die beiden Unterkieferäste stossen am Kinn beinah zusammen.

451. Die gesammte Länge des Hyoidbogens *(hy)* beträgt blos ungefähr die Hälfte des Meckel'schen Knorpels. Er stellt einen dünnen rippenähnlichen Streifen dar mit zweilappigem proximalem Ende, ähnlich demjenigen des Quadratums, und einem gekrümmten distalen Bogen, der sich nach hinten wendet. Der proximale Theil legt sich dicht an die untere seitliche Fläche der Ohrkapsel an, wobei der hintere und innere der beiden Lappen mit der die Fenestra ovalis ausfüllenden Stapedialplatte verwächst. Der rundliche äussere Vorsprung hält sich von der Ohrmasse frei und ist nach vorn gewendet. Der hintere Abschnitt des Hintertheils des Hyoidbogens steht im Begriff, sich als selbständiges Stück abzugliedern, welches dem Unterkiefer entspricht; es trennt sich aber etwas später ab und divergirt weiter nach hinten.

452. In dieser Periode ist das Chondrocranium der Natter nahezu vollständig ausgebildet, ohne irgend welche Knochenablagerung zu enthalten. Die Chorda nimmt blos den hintersten Theil ihres ursprünglichen Gebietes ein; die Trabeculae und die Parachordalknorpel haben sich vereinigt, und während an zwei Stellen hinter dem Pituitarkörper

eine Verschmelzung stattgefunden hat, bleibt doch noch eine ansehnliche hintere basicraniale Fontanelle übrig. Ein Occipitalbogen und die Alisphenoidknorpel vervollständigen die Liste der eigentlichen Schädelelemente. Vorn verlaufen die Trabeculae eine ansehnliche Strecke weit einander parallel, ohne sich zu vereinigen, in der Nasenregion aber verschmelzen sie mit einander und mit den Knorpeln der Nasenkapseln; auch Cornual- und Praenasal-Abschnitte fehlen nicht. Die Ohrkapseln haben eine bemerkenswerthe dreieckige Gestalt und zeigen bereits die Anlage einer Schnecke. Der Mandibularbogen hat sich in obere und untere Stücke gegliedert; das Gewebe im Maxillopalatinfortsatz ist noch nicht zur Verknorpelung gelangt. Die Gaumenfläche besitzt mediane, submediane und laterale längslaufende Verdickungen, welche nahezu soweit ausgebildet sind, um Knochenablagerungen aufzunehmen. Der einfache Hyoidbogen hängt mit der Stapedialplatte in der Fenestra ovalis zusammen.

Viertes Stadium: Embryonen von ungefähr $2^1/_2$ Zoll Länge.

453. Der Kopf hat sich noch mehr verlängert und erscheint viel weniger absonderlich gestaltet. Die Gehirnblasen sind zwar von oben immer noch sehr deutlich zu erkennen, ragen aber doch nicht so stark hervor wie früher (Fig. 50). Die Kiefer haben sich entsprechend den übrigen Theilen des Kopfes verlängert. Die Visceralspalten sind vollständig zum Verschluss gelangt. Die Verknöcherung hat in mehreren Gegenden erhebliche Fortschritte gemacht.

454. Die allgemeine Form der Basis des Schädels hat sich nur wenig von derjenigen der weiter vorgeschrittenen Individuen aus dem letzten Stadium entfernt. Die Fontanelle hinter dem Pituitarkörper ist grösser geworden und der Raum zwischen ihr und der Spitze der Chorda ist etwas kürzer als früher. Die beiden Hälften des Occipitaldaches sind vollständig verschmolzen. Der craniale Abschnitt der Chorda liegt auf den vereinigten Parachordalstücken oder der Basilarplatte und wird von einer knöchernen Scheide umgeben, welche sich in die Masse des Knorpels nach rechts und links ausdehnt, wodurch das Basioccipitale *(b.o)* entsteht. Im Knorpel selbst findet sich zu beiden Seiten ein Knochen *(e.o)*, welcher von dem Foramen für den Hypoglossus durchbohrt wird und sich bis zur Austrittstelle des Vagus nach aussen erstreckt, welcher soeben davon umschlossen

wird. Diese Exoccipitalia lassen sich von hinten und aussen auf dem Occipitaldach erkennen. Die Ohrkapseln haben ihre äussere Gestalt sehr wenig verändert und sind immer noch nicht verknöchert. Das Divertikel, welches die Schnecke bilden soll, stellt jetzt eine rundliche Knospe dar, die unterhalb und vor der Fenestra ovalis sich nach vorn und unten erstreckt. Bis jetzt existirt immer noch keine deutlich abgegrenzte Fenestra (rotunda) in der Ohrwandung.

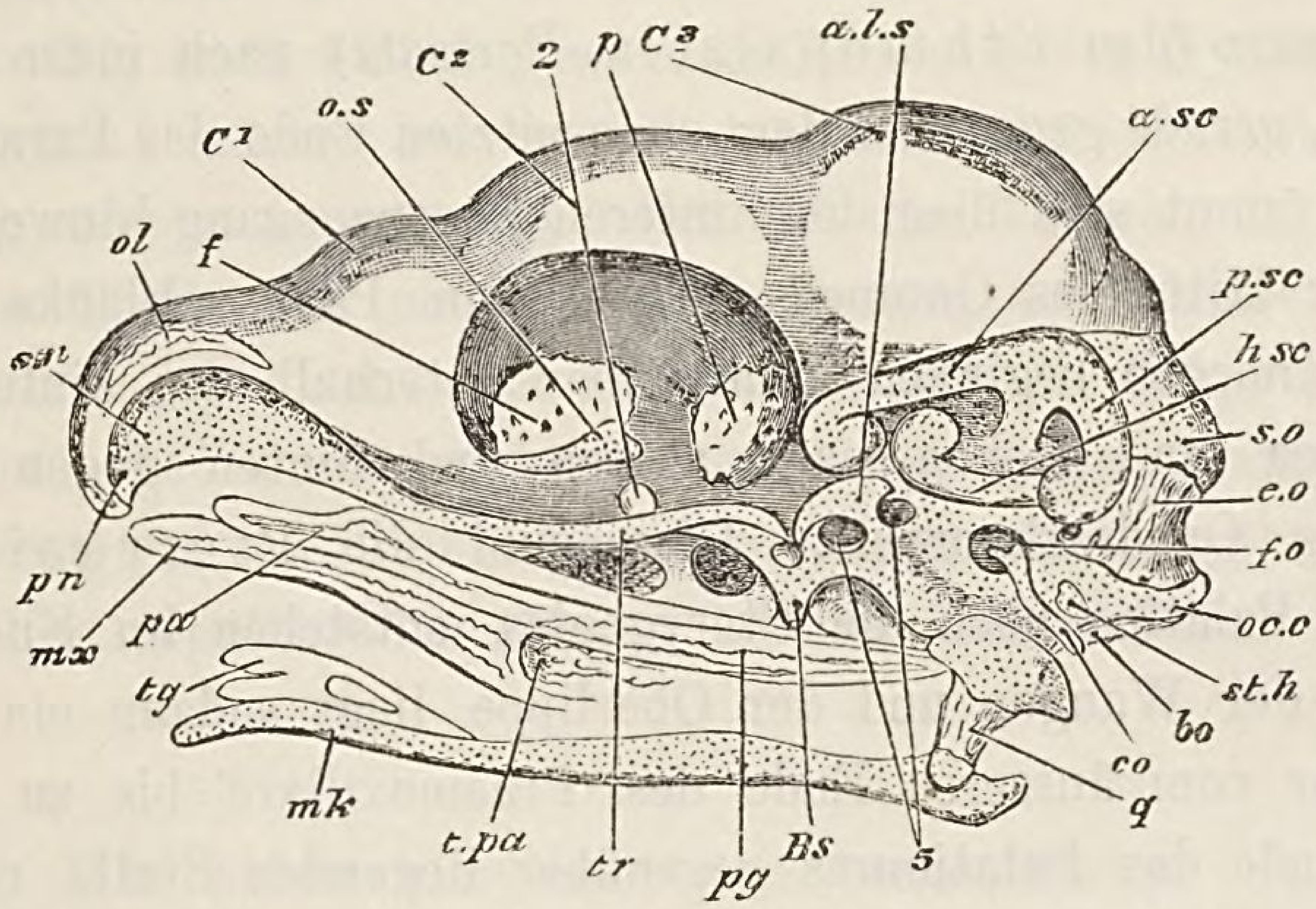
455. Der kleine Alisphenoidknorpel *(al.s)* ist immer noch ohrförmig und etwas longitudinal gerichtet. Seine hintere ausgebreitete Endigung legt sich der vordern Seite der Ohrkapsel von unten an, während sein vorderes Ende längs der äusseren Kante der Basilarplatte verläuft, hinter der Gegend des Pituitarkörpers. Ein Einschnitt am hinteren Theil des Alisphenoids umfasst den hinteren Ast des Trigeminus *(5)*, welcher rückwärts austritt; die übrigen Äste des Trigeminus dagegen kommen in dem Raum zwischen der concaven Eintiefung an der vordern Seite der Basilarplatte und dem concaven nach innen sehenden Rand des Alisphenoids aus der Schädelhöhle hervor.

456. Die postpituitare Knorpelbrücke, welche den Pituitarraum von der basicranialen Fontanelle trennt, bleibt wie im letzten Stadium; die äussere Carotis durchbohrt den Knorpel zu beiden Seiten und am äusseren Ende dieses Abschnittes findet sich eine Knochenanlage, welche den Knorpel verknöchert. Beide Verknöcherungen aber verschmelzen später, um das Basisphenoid *(b.s)* zu bilden. Die langen unverschmolzenen Abschnitte der Trabeculae *(tr)* vor dem Pituitarkörper bleiben in unmittelbarer Nachbarschaft und zwischen ihnen tritt ein zarter griffelförmiger Knochen auf, der sich unmittelbar vor dem Pituitarkörper unterhalb des breiteren Theils des intertrabecularen Raumes zu einer spatenförmigen Platte verbreitert. Dies ist die erste Anlage des Parasphenoids. Die kleinen seitlichen-unteren körnigen Strecken der (orbitosphenoidalen) Schädelwand oberhalb und vor dem Foramen opticum haben sich noch nicht verknorpelt. Auch die Nasenknorpel zeigen noch die unveränderte Form, nur das Septum *(s.n)* ist höher geworden. Die Trabecularhörner sind nun nicht mehr von den Nasenkapseln zu unterscheiden und der praenasale Sporn *(p.n)* krümmt sich vor denselben nach unten und hinten.

457. Zu beiden Seiten des Mittelhirns und zwar an der unteren Hälfte desselben stellt ein dünner Überzug von Knochensubstanz den Anfang des Parietale *(p)* dar, und die Frontalia *(f)* sind ähnliche

an der Seite des Vorderhirns gelegene Knochenplättchen, die beinah unterhalb der Schädelhöhle über den Trabeculae zusammenstossen. Aber auch an der inneren Fläche jedes Riechsackdaches findet sich eine dünne Knochenschale, das Nasale, und diese beiden Schalen

Fig. 50.



Natterembryo von ungefähr $2\frac{1}{2}$ Zoll Länge. Seitenansicht des Schädels nach Bloslegung desselben. Mehrere Hautknochen sind entfernt worden.

C1,2,3 Vorder-, Mittel- und Hinterhirn; *oc.c* Hinterhauptscondylus; *s.o* Supraoccipitalknorpel; *a.sc, h.sc, p.sc* vorderer, horizontaler und hinterer halbkreisförmiger Canal; *al.s* Alisphenoidknorpel; *o.s* Orbitosphenoidknorpel; *tr* Trabecula; *s.n* Nasenscheidewand; *pn* Praenasalknorpel; *ol* oberer Theil der Nasenkapsel; *2* Foramen opticum; *5* Austrittstellen der Trigeminusäste; *f.o* Fenestra ovalis; *st.h* Stylohyalknorpel; *co* Columella; *mk* Meckel'scher Knorpel; *tg* Zunge.

Knochen: *b.o* Basioccipitale; *e.o* Exoccipitale; *b.s* Basisphenoid; *p* Parietale; *f* Frontale; *mx* Maxillare; *pa* Palatinum; *pg* Pterygoid; *t.pa* Transpalatinum; *q* Quadratum

liegen mit einander zugekehrten Rückseiten auf dem niedrigen Nasenseptum auf. Vor den Nasenhöhlungen ist eine doppelt halbmondförmige Knochenplatte aufgetreten, das unpaarige Praemaxillare.

458. Zur Seite und unterhalb des Niveaus der Nasenscheidewand trifft man eine grosse nierenförmige Nasendrüse mit einem Ausführgange, der sich nach unten und aussen wendet. Diese Drüse wird von oben durch einen zarten Knochenüberzug bedeckt, welcher sich nach einwärts zu einer der Scheidewand nahe gelegenen verticalen Platte verbreitert; dies ist das Septomaxillare. Median von dem Ausführgang wird die untere Fläche der Drüse beiderseits von einem Knochen umhüllt, dem Vomer, welcher seine convexe Oberfläche

nach unten kehrt. Zwei kleine (Labial-) Knorpel sind an dem Ausführgang jeder Nasendrüse befestigt.

459. Längs des Vorderabschnitts des Gaumens erstrecken sich ein Paar Knochengriffel, welche nach aussen von den Trabeculae und theilweise noch unterhalb der Nasenhöhlen liegen. Jeder dieser Palatin-Knochen *(pa)* entsendet von seinem mittleren Abschnitt einen Fortsatz (den Ethmopalatin-Fortsatz) nach innen gegen die Trabeculae, gerade gegenüber dem zugespitzten Ende des Parasphenoids; derselbe krümmt sich über den hinteren Nasenausgang hinweg, welcher sich in der Mitte des Gaumens öffnet. Ein Paar schlanke, schwach gebogene Knochen beginnen unmittelbar unterhalb des hinteren Endes der Palatina und ziehen nach aussen und hinten gegen die innere Fläche des Quadratknorpels. Dies sind die Pterygoidea *(pg)*. Weder die Palatina noch die Pterygoidea entstehen im Knorpel. Im Seitenrand der Wangen und der Oberlippe liegt sodann ein Knochensplitter, der vom äusseren Ende des Praemaxillare bis zu einer dem hinteren Ende des Palatinums gegenüber liegenden Stelle reicht, das Maxillare *(mx)*. Zwischen dem hinteren Ende des Maxillare und der Mitte des Pterygoids liegt endlich sehr schief gelagert ein anderer schlanker Knochen mit einem breiten, dem Maxillare zugekehrten Ende; dies ist das Transpalatinum *(t.pa)* [Ostransversum].

460. Das Quadratum selbst stellt nicht mehr einen rippenförmigen, in derselben Richtung wie der Meckel'sche Stab nach unten und vorn verlaufenden Knorpel dar, sondern ist hier breit und fächerförmig und sein schmäleres unteres Ende verknöchert sehr rasch als Quadratknochen *(q)*. Der gekrümmte obere Rand legt sich lose der Seite der Ohrkapsel an und wird von derselben bereits durch eine zarte sichelförmige Platte, das Squamosum, getrennt, dessen zugespitztes vorderes Ende sich am vorderen Abschnitt der Kapsel befestigt.

461. Der Meckel'sche Knorpel ist bereits sehr stark verlängert, schwach S-förmig gekrümmt und hinter der Quadratgelenkstelle zu einem eckigen Vorsprung verlängert. Die Äste beider Seiten werden noch durch Bindegewebe weit von einander getrennt. Überzüge von parostotischen Knochen sind in Beziehung dazu aufgetreten: das Dentale vorn und aussen, um sich hinten zu gabeln und eine ansehnliche Strecke des Knorpels frei zu lassen; hinter demselben, der Aussenfläche des Unterkiefers angelagert, folgt das Supraangulare, das bis zum Condylus reicht. An der inneren Fläche finden sich drei

Knochensplitter, die sich von vorn nach hinten verbreitern, das Spleniale, das Coronoid und das Angulare, welches letztere beinah bis zum Winkel des Unterkiefers reicht. Eine Ektostose ist in Beziehung zum Knorpel nahe an der Gelenkstelle aufgetreten und erstreckt sich auch in den Angularfortsatz hinein; es ist dies das Articulare.

462. Die nach hinten gewendete Richtung des Hyoidbogens tritt noch bedeutend stärker hervor und der ganze Stab ist schlanker und weniger krumm geworden *(co)*. Der mit dem Tuberculum einer Rippe verglichene Theil sieht nicht mehr nach vorn, sondern ist hinterwärts gerichtet und legt sich dem hinteren Rande der Stapedialplatte an. Eine Lamelle hat sich von der hinteren und oberen Kante des Streifens abgelöst und stellt nun einen besonderen Stylohyalknorpel *(st.h)* dar, welcher ungefähr herzförmig ist und seine Spitze nach hinten wendet.

463. Wir haben hier nicht von bedeutenderen Umwandlungen in knorpeligen Theilen zu berichten gehabt; die wesentlichsten Veränderungen der Verhältnisse sind vielmehr diejenigen, durch welche das obere Mandibularsegment und der Hyoidbogen nach hinten gekehrt werden, wobei das erstere zu gleicher Zeit in lockerere Verbindung mit der Gehirnkapsel tritt. Die Knochen, welche im Knorpel auftraten, sind das Basioccipitale, das Exoccipitale, das Basisphenoid, das Quadratum und das Articulare. Die wichtigsten Hautknochen sind gleichfalls schon vorhanden, wobei die tiefe seitliche Lage der Frontalia und Parietalia, der unpaarige Zustand des Praemaxillare und das Vorkommen eines Septomaxillare und Transpalatinum von grossem Interesse sind. Die Ohrkapsel ist bis jetzt noch unverknöchert.

Fünftes Stadium. Natterembryo kurz vor und zur Zeit des Ausschlüpfens.

464. Der Schädel hat bedeutende Fortschritte gegen seinen Zustand beim ausgewachsenen Thiere hin gemacht. Die Gehirnkapsel ist sehr gerade gestreckt und die früheren Vorsprünge lassen sich kaum noch an der oberen Fläche erkennen. Die Verknöcherung hat ausserordentlich rasch an Ausbreitung gewonnen, ist aber immer noch weit von der Vollständigkeit entfernt. Zahlreiche neue Verknöcherungen sind im Entstehen begriffen.

465. Das Basioccipitale ist ein grosser herzförmiger Knochen geworden, auf welchem die Chorda mit ihrer knöchernen Scheide (Cephalostyl) immer noch aufliegt, obgleich sie damit verschmolzen ist. Der Knochen selbst wird aber durch ansehnliche Knorpelabschnitte von den Elementen der Umgebung getrennt. Das zugespitzte Ende des Basioccipitale sieht nach hinten und wird von beiden Seiten durch einen Knorpelhöcker eingefasst, welche die beiden etwas vorspringenden Lappen des medianen Condylus darstellen. Vorn erstreckt sich der Knochen über die ursprüngliche Knorpelanlage hinaus in die hintere basicraniale Fontanelle hinein. Die im letzten Stadium beschriebenen basisphenoidalen Verknöcherungen sind zu einem einzigen Knochen verwachsen, welcher auch die praechordale (postpituitare) Knorpelbrücke zur Verknöcherung bringt und sich nach hinten in die Fontanelle auszudehnen anfängt. Er geht auch beiderseits des Pituitarkörpers nach vorn bis zum hinteren Ende des Parasphenoids, mit welchem er schliesslich verwächst. Die inneren Carotiden durchbohren den Knochen. Vor dem Basisphenoid findet sich keine Verknöcherung des Trabecularknorpels.

466. Die Exoccipitalia haben an Umfang gewonnen, so dass sie nun durch Nahtverbindung über dem Foramen magnum zusammenhängen. Der Rest der Supraoccipitalregion verknöchert zu einem besonderen Supraoccipitale, welches fünfseitig und in querer Richtung zwischen den höchsten Stellen der Ohrkapsel am breitesten ist. Sein concaver vorderer Rand stellt die hintere Umgrenzung der grossen supracranialen Fontanelle dar. Hinten stösst es an die Exoccipitalia und seitlich an die Epiotica. Der Glossopharyngeus durchbohrt das hintere Ende des Ohrknorpels; der Vagus tritt zwischen der Kapsel und dem Exoccipitale aus; der Hypoglossus durchbohrt das Exoccipitale.

467. Die Ohrkapsel hat ihre drei am constantesten vorkommenden Verknöcherungen erhalten. Das Epioticum liegt zur Seite des Supraoccipitale und nimmt den am meisten vorspringenden Theil der Kapsel ein, wo der vordere und der hintere Canal sich vereinigen; es ist der kleinste unter den periotischen Knochen. Das Opisthoticum steht in Beziehung zum hinteren Theil des horizontalen Canals und dem unteren Theil des hinteren Canals nebst dessen Ampulle. Es ist von ansehnlicher verticaler Ausdehnung und senkt sich als Keil nach unten zwischen die Fenestra ovalis und die Fenestra rotunda

(der Schnecke), biegt auch noch hinter der letzteren herum, so dass es dieselbe beinah umschliesst. Sein vorderer Fortsatz stösst fast mit dem Prooticum zusammen, unterhalb der Fenestra ovalis und oberhalb des Nackens der Schnecke, deren Bulbus noch unverknöchert ist.

468. Der Rest der Kapsel wird vom Prooticum umschlossen, welches den grössten Theil des vorderen und des horizontalen Canals mit ihren Ampullen einhüllt und den Meatus internus umgibt. Diese Öffnung liegt vor dem nach unten gerichteten Strahl einer dreistrahligen Synchondrose zwischen den drei periotischen Knochen. Unter den zwei Ampullen entsendet das Prooticum einen keilförmigen Fortsatz nach unten in den Boden des Craniums zwischen das Basioccipitale und das Basisphenoid hinein. In diesem Keil finden sich drei Löcher, zwei grössere, ein vorderes und ein hinteres, welche dem vorderen und dem hinteren Ast des Trigeminus den Durchgang gestatten, und ein kleineres etwas höher, zwischen ihnen und dem Meatus internus, zum Austritt des Facialis.

469. Ausserhalb dieses unteren Theiles des Prooticums findet sich, auf den schiefen hinteren und äusseren Rand des Basisphenoids gestützt und den vorderen Theil des Prooticums unterlagernd, ein kleiner vierseitiger Knochen, welcher den Alisphenoidknorpel zur Verknöcherung gebracht hat, sowie auch ein dazu gehöriges membranöses Band, das den Einschnitt überbrückte, der früher im Knorpel existirte (§ 455, S. 192). Durch das auf solche Weise gebildete Loch geht der vordere Ast des Trigeminus nach seinem Austritt aus dem Prooticum durch. Der concave hintere Theil des Alisphenoids liegt vor dem hinteren Ast des Trigeminus, welcher sich beinah gerade nach hinten wendet, und der Facialis liegt unmittelbar über diesem. Noch ein anderer Knorpelknochen findet sich in der Schädelwand, das Orbitosphenoid; dasselbe ist dreistrahlig und zwischen das Frontale und das Parietale über und vor dem Foramen opticum eingekeilt.

470. Die Parietalia, jetzt sehr feste und dicke Knochen, nehmen nun einen grossen Abschnitt der Seitenwände der Gehirnkapsel ein und reichen unterhalb bis zu den seitlichen Rändern des Basisphenoids (im vorderen Theil) und zu dem Vorderrande des Alisphenoids und des Prooticums. Sie entsenden längs der oberen Kanten des Prooticums und des Epioticums ein Horn nach hinten, welches die vordere seitliche Ecke des Supraoccipitale erreicht. Nach vorn von der vorderen Ampulle geben die Parietalia ferner einen verticalen Kamm nach

innen ab, welcher als theilweise Grenzmarke zwischen dem Mittelhirn und dem Hinterhirn fungirt. Bis jetzt haben sie sich noch nicht als Dach über die Gehirnkapsel hinweg gewölbt, sondern liegen einfach an deren Seiten. Die Frontalia sind oberhalb etwas vollständiger und stossen auch unten über dem Parasphenoid beinah zusammen. Ihre Seitenwand ist nach aussen concav, während die Parietalia convex sind.

471. Die Nasalia erstrecken sich viel weiter über die Nasenkapsel hinweg als früher und die Vomeres und Septomaxillaria sind im Begriff, fest zu werden und die Gestalt anzunehmen, welche sie im ausgewachsenen Thier besitzen. Das kleine unpaarige (zahnlose) Praemaxillare hat zwei getrennte Gaumenfortsätze entwickelt, je einen zu jeder Seite des medianen praenasalen Sporns. Das Parasphenoid hat sich entsprechend dem im letzten Stadium beschriebenen Umrisse einfach vergrössert.

472. Die Palatina sind beilförmig: das Blatt des Beils ist unten stark concav, wo der Knochen sich über den hinteren Nasengang hinüber wölbt. Dann findet sich noch ein kleiner äusserer und ein grösserer vorderer Fortsatz; alle diese Theile aber stehen in Beziehung zur Ethmoidalregion des Schädels (zwischen dem Auge und der Nase). Der Stiel des Palatinums wendet sich gerade nach hinten und liegt über dem vorderen Ende des Pterygoids. Dieses letztere ist sehr stark verbreitert; es stellt einen spindelförmigen Knochen dar, der sich etwas nach aussen und sehr weit nach hinten gegen die innere Seite des Quadratums ausdehnt; im mittleren Abschnitt ist er breit und unterstützt das sonderbare Transpalatinum, welches sich vorn gabelt, um das hintere Ende des Maxillare aufzunehmen. Dieses letztere ist jetzt stark verlängert und mit Zähnen bewaffnet; es umgrenzt die vordere Hälfte der Mundspalte und trägt gegen sein hinteres Ende hin eine horizontale Ausbreitung, welche die innere Gabel des Transpalatinums unterstützt.

473. Das Squamosum ist ein länglicher splitterförmiger Knochen, der sich vermittelst seines vordern Endes lose an die Ohrkapsel, vor der vordern Ampulle, anlegt; hinten divergirt er nach aussen und hinten. An seiner inneren Fläche findet sich ein viel kleinerer Splitter, das Supratemporale. Der Handgriff des fächerförmigen Quadratums ist viel länger als früher und sein langgestreckter oberer Rand ist immer noch knorpelig. Derselbe legt sich über das hintere Ende des Squamosums und an dessen Aussenseite an. Auf diese Weise hat

es denn jede directe Verbindung mit dem Cranium verloren und auch definitiv seine Richtung nach hinten bekommen. Der Quadratcondylus liegt nun hinter dem Niveau der Basioccipitalregion; er stellt ein Scharniergelenk dar mit einem Angularfortsatz dahinter (gleich einem Olecranon) und einem erhabenen Wulst davor.

474. Der hintere Theil des Meckel'schen Knorpels ist wohl verknöchert und stellt das Articulare dar; vorn persistirt der Knorpel bis zum vordern Ende des Unterkiefers und wird auf seiner Aussenseite vom Dentale bedeckt. Vor der Mitte des Unterkiefers stossen die breiten Enden zweier Knochen in einer verticalen Linie zusammen: der eine derselben, nach vorn gewendet, ist das Spleniale, der andere, welcher dahinter liegt, ist das Coronoid; beide endigen zugespitzt. Ein schmales Angulare umhüllt den unteren Rand eines grossen Theils des Articulare und erstreckt sich nach hinten bis in die Gegend des Gelenkes. Das Supraangulare liegt an der Aussenseite in derselben Gegend, ist aber doppelt so gross.

475. Die Columella setzt sich nun aus einer knöchernen Stapedialplatte und einem damit verbundenen Schaft zusammen, woran der ursprüngliche Knorpel bis auf das distale Dritttheil verknöchert ist. Die Stapedialplatte selbst ist hinten fast ganz gerade und vorn convex, nach aussen hin gleichfalls convex und innen ausgetieft. Der aufsteigende (Tubercular-) Fortsatz des Schaftes liegt oben und hinten, das Capitulum unten und vorn. Der gekrümmten hinteren Hälfte des S-förmigen Schaftes legt sich ein dickes ziemlich halbmondförmiges Knochenstück (Stylohyale) an. Dasselbe hat den ganzen Knorpel bis auf die äussersten Enden und den freien unteren Rand verknöchert und ist sehr höckerig und rauh. Seine äussere Fläche legt sich der Innenfläche des Quadratums an und sowohl es als die Columella erstrecken sich noch nach hinten bis über den hinteren Rand dieses Knochens hinaus.

476. Der Zustand des soeben beschriebenen Schädels erfordert sorgfältige Aufmerksamkeit auf manche Details, um denselben vollständig zu verstehen. Ganz besonders bemerkenswerth sind das starke Wachsthum der Parietalia und der Frontalia. Die vordern Hälften der Trabeculae bleiben unverknöchert, aber es sind die Verknöcherungspunkte für ein Supraoccipitale, ein Pro-, Epi- und Opisthoticum, ein Alisphenoid und ein Orbitosphenoid aufgetreten. Der Condylus des Quadratums

ist nun bis hinter die Basioccipitalregion verlegt und es steht mit der Seite des Craniums nur durch Vermittelung des Squamosums in Verbindung — eine ganz neue Erscheinung. Die Columella und das Stylohyale sind verknöchert.

Der Schädel der ausgewachsenen Natter.

477. Die Schädelhülle stellt eine ausserordentlich feste Kapsel dar, deren Knochen durch glatte Nähte mit einander verbunden, manchmal auch schwach schuppenförmig sind. Die Knochensubstanz ist sehr derb, nahezu elfenbeinartig, mit sehr wenig Diploë, und eine grosse Anzahl der Nähte, welche noch zur Zeit des Ausschlüpfens sichtbar waren, sind nun verschwunden. Die Knochen des Gesichtstheils sind gleichfalls sehr dicht, aber statt zusammengeschweisst zu sein, stehen sie vielmehr grösstentheils nur vermittelst elastischer Bänder in lockerer Verbindung mit einander sowohl wie mit der Hirnkapsel, wodurch der beweglichste Gesichtsapparat zu Stande kommt, der überhaupt unter den Wirbelthieren zu finden ist. Die axialen Theile sind auf einem verhältnissmässig kleinen Raum zusammengedrängt, während sich die Kiefer auch in ihrem am stärksten zusammengezogenen Zustand zu beiden Seiten und hinten weit über den übrigen Schädel hinauserstrecken. Das Gehirn ruht auf dem beinah flachen Schädelboden auf und erscheint nicht durch ein Interorbitalseptum nach oben gedrängt. Der Zungenbeinapparat ist so unbedeutend wie bei keiner andern Wirbelthierform, während die Kiemenbogen ganz fehlen.

478. Die Schädelkapsel besitzt eine ziemlich gleichmässige Breite, indem die Ohrmassen nicht seitlich vorspringen wie bei andern Typen, sondern mehr in die Länge gezogen sind. Der Occipitalring ist stark abgeflacht und hängt in erheblicher Ausdehnung mit der Ohrkapsel zusammen. Das Basioccipitale stellt eine breite herzförmige Platte dar (Fig. 52, *b.o*), deren abgerundete hintere Spitze den medianen querovalen Hinterhauptscondylus bildet. Ein ansehnlicher Theil jedes Exoccipitale *(e.o)* kommt in der Schädelbasis und ein ebenso grosser Abschnitt im Schädeldach zum Vorschein und der hintere obere Rand eines jeden überdeckt den entsprechenden Theil des Atlas. Die Exoccipitalia stossen oben zusammen (Fig. 53) und werden unten nur durch den Condylus getrennt; jedes ist mit dem anstossenden Opisthoticum verwachsen. Das Supraoccipitale ist jetzt scheinbar grösser als zuvor, denn es hat die beiden Epiotica in sich aufgenommen.

479. Der grösste unter den periotischen Knochen, das Prooticum (Fig. 51, *pr.o*), ist dem Anschein nach ganz selbständig; es ist aber doch vorn vermittelst seiner äusseren Fläche mit dem kleinen vierseitigen durchbohrten Alisphenoid verwachsen. Inwendig ruht das Prooticum gleichmässig auf dem vordern äussern Rande des Basioccipitale und dem äussern Rande des Basisphenoids auf. Vorne steht es mit dem dicken Hinterrand der seitlichen Platte des Parietale in Berührung und zwar vermittelst eines nach innen gewendeten dicken verticalen Kammes. Oben fügt es sich mit seiner vordern Hälfte dem hintern seitlichen Rande des Parietale und hinten dem Epioticum an. Hier bleibt wie überhaupt bei den Reptilien eine Y-förmige Naht zwischen den drei periotischen Knochen bestehen, welche nie unter einander, sondern immer mit irgend einem andern benachbarten Knochen verwachsen. (Wenn das Alisphenoid fehlt, so bleibt das Prooticum von jedem andern Element gesondert.) Die Nervenaustrittstellen bedürfen keiner nähern Beschreibung, als wie sie im letzten Stadium gegeben wurde.

480. Das grosse, unregelmässig vierseitige Basisphenoid ist mit dem Parasphenoid verwachsen, um nun einen sehr sonderbar gestalteten Knochen darzustellen (Fig. 52). Über den hintern Abschnitt des Pituitarkörpers wölbt sich eine hintere Sattellehne hinüber. Jener ruht auf einem knöchernen Boden, welcher durch ein Rückwärtswachsen des Parasphenoids und durch ein gleichzeitiges Wachsthum von (basisphenoidalem) Knochen vom ganzen Umfang des intertrabecularen Raumes aus gebildet wurde. Auf diese Weise ist eine Art subcraniale Höhlung entstanden, welche nicht nur theilweise durch die hintere Sattelwand überdacht, sondern auch von beiden Seiten her durch eine Platte eingeschlossen wird, die von der Basis des Parietale, auf welchem das Gehirn in beträchtlicher Ausdehnung aufruht, nach innen strebt. Diese subcraniale Höhlung enthält den Pituitarkörper, eine Masse fibrösen Gewebes und die inneren Carotiden, welche seitlich unterhalb der Parietalplatte in dieselbe eindringen, nachdem sie vorher das Basisphenoid durchbohrt.

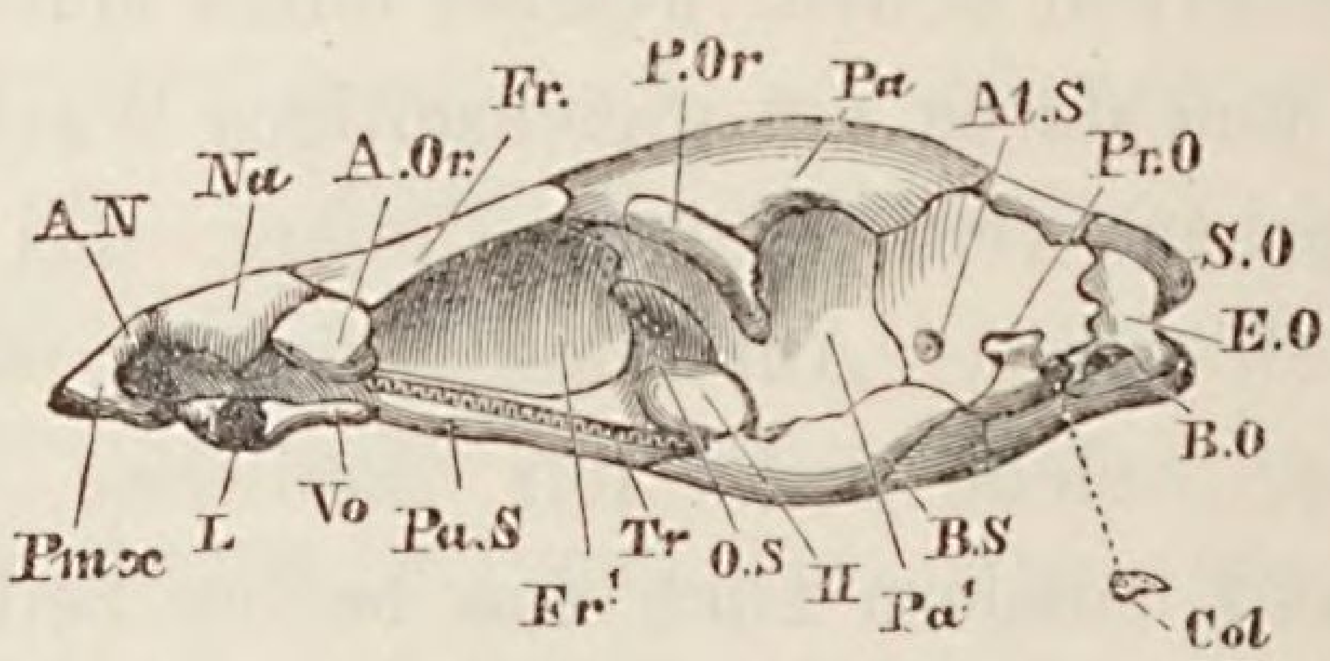
481. Die basisphenoidale Verknöcherung erstreckt sich zu beiden Seiten des intertrabecularen Raumes vorwärts bis zu einer gerade unter dem sehr grossen Foramen opticum liegenden Stelle. Vor diesem Punkt bleiben die Trabeculae vollständig unverknöchert und liegen in einem Paar beinah geschlossener Canäle zu beiden Seiten des Para-

sphenoids. Das letztere zeigt eine ziemlich breite Basis und eine mit einem Kamm versehene Oberseite, welcher zwischen die Frontalknochen eingekeilt ist. Vor der Hirnkapsel erscheint das Parasphenoid zusammengedrückt und messerförmig und drängt sich zwischen die Hinterenden der Vomeres hinein.

482. Die beiden Parietalia sind vollkommen zu einem Stück verschmolzen, ohne einen Kamm längs der Vereinigungslinie zu bilden. Dieser Knochen erscheint von oben ungefähr fünfeckig und überdeckt theilweise das Supraoccipitale hinten und die Epiotica auf der Seite. Unmittelbar vor seinem vorspringenden postorbitalen Winkel lagert sich dem Parietale ein kleiner länglicher, aber schwach gekrümmter postorbitaler Hautknochen auf. Der Vorderrand des Parietale weicht in der Mittellinie etwas zurück und wird noch ein wenig von den Frontalia bedeckt.

483. Die Seitenwand des Schädels wird sonach von drei Knochen gebildet, dem Prooticum, dem Parietale und dem Frontale, wobei das Parietale das grösste Drittel liefert (Fig. 51). Das Alisphenoid kommt in der Wand der Schädelhöhle überhaupt gar nicht zum Vorschein, indem es vom Parietale und Prooticum nach aussen gedrängt worden ist. Die innere Fläche der Parietalwand ist tief ausgehöhlt, um die

Fig. 51.



Ausgewachsene Natter. Seitenansicht des Schädels nach Entfernung der Kinnladen.

Tr Trabecula; *A.N* vorderes Nasenloch; *II* Foramen opticum.

Knochen: *B.O* Basioccipitale; *E.O* Exoccipitale; *S.O* Supraoccipitale; *Pr.O* Prooticum; *B.S* Basisphenoid; *Al.S* Alisphenoid; *Pa* Parietale; *Pa*¹ seitliche Platte des Parietale; *Fr* Frontale; *Fr*¹ seitliche Platte des Frontale; *O.S* Orbitosphenoid; *Pa.S* Parasphenoid; *Vo* Vomer; *Na* Nasale; *Pmx* Praemaxillare; *L* Septomaxillare; *A.Or* Antorbitale oder Praefrontale; *P.Or* Postorbitale oder Postfrontale; *Col* Columella.

Sehhügel aufzunehmen, und die Aussenseite erscheint entsprechend convex. Der hintere Rand dieser Aushöhlung ist sehr dick und beinah vertical, auch springt er ebenso weit nach innen vor wie das Prooticum;

von der untern Kante des Knochens erstreckt sich beiderseits die über die subcraniale Höhlung vorspringende Platte nach innen.

484. Das Foramen opticum ist viel grösser als der Sehnerv, welcher durch seine Mitte geht; seine Umgrenzung wird gebildet hinten durch den vordern untern Abschnitt der Parietalwand, vorn und unten durch das Parasphenoid, oben durch eine fächerförmige Fenestra zwischen dem Vorderrande der Parietal- und dem Hinterrande der Frontalwand. Die vordere Ecke oder der Handgriff dieses Raumes wird von einem sehr kleinen dreilappigen Knochen, dem Orbitosphenoid eingenommen.

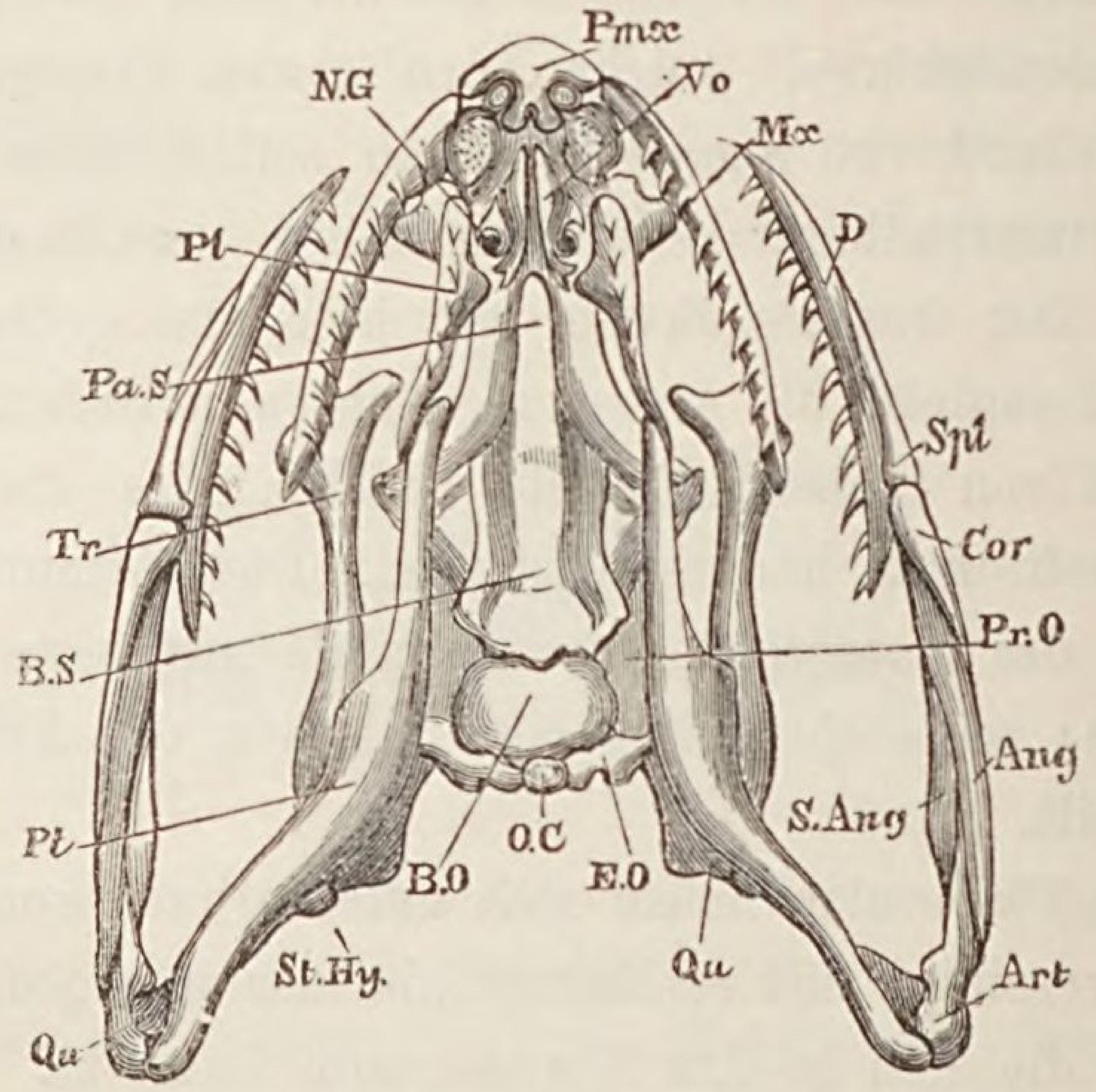
485. Die Frontalia sind sehr derbe, nicht mit einander verschmolzene, wohl aber dergestalt zusammengefügte Knochen, dass sie eine einfache kleine röhrenförmige Höhlung umschliessen. Die untere Vereinigungsstelle liegt im Schädelgrund oberhalb des Parasphenoids; oben aussen verbreitern sie sich, um über jeder Augenhöhle einen Supraorbitalwulst zu bilden. Im vordersten Ende des Craniums wächst von jedem Frontale eine mediane Wand herunter und trennt die beiden Grosshirnhemisphären, welche vorn etwas divergiren, in ihrem vordersten Abschnitt von einander; allein selbst diese Scheidewände, obwohl sie in unmittelbarer Berührung stehen, verschmelzen doch nicht mit einander. Der frontale Boden hat hier eine grössere Breite als hinten, während zugleich die Aussenwand unten seitlich theilweise fehlt: die Lücke wird von fibrösem Gewebe erfüllt, das durch einen Auswuchs vom Praefrontale her gestützt wird. Dieser Hautknochen *(A.Or)* liegt zur Seite des Vorderendes des Frontale und begrenzt die Augenhöhle von vorn; seine obere Ecke ist zwischen das Frontale und das Nasale eingekeilt.

486. Die Trabeculae haben sich unterhalb des vordern Abschnitts der Frontalia vereinigt und erscheinen als zusammengedrückte verticale Ethmoidplatte, die sich in das Nasenseptum fortsetzt. Auch die hintere Hälfte der Nasenkapseln ist unter das Vorderende der Frontalia herabgedrängt. Die Nasenscheidewand ist hinten am höchsten, jedoch nirgends von erheblicher Höhe, denn die damit zusammenhängenden Nasendächer divergiren anfänglich nur schwach nach oben und sind sehr hoch gewölbt. Die Nasalia *(Na)* liegen gleich Schalen auf den Knorpelkapseln und senken sich tief zwischen den beiden herab, bis beinahe auf das Septum hinunter. Nach aussen hin verschmälern sie sich, während sie gegen die Maxillaria hinabsteigen; vor denselben

sind sie concav zur Aufnahme der äussern Nasenlöcher. Vor den Nasalia senken sich die Wände der Kapseln allmählich herab und fliessen zusammen, während das Trabecularhorn einen vorgewölbten vorderen Wulst bildet, der auf dem Praemaxillare aufruht und durch das äussere Nasenloch ausgehöhlt erscheint. Ein sehr kleiner (praenasaler) Knorpelsporn wächst zwischen und unterhalb der äussersten Vorderenden der Kapseln nach hinten.

487. Im vordern Abschnitt des Nasenbodens liegt zu beiden Seiten der Vomeres eine kleine Knorpelzunge, welche auf der einen Seite mit einem Trabecularhorn in Verbindung stehen kann und sich hinten etwas gerader nach aussen gegen den äusseren Fortsatz des Vomer wendet. An der Stelle, wo diese Wendung nach aussen stattfindet, liegt ein anderes kleines Knorpelstück, das ein wenig gegen seinen Genossen der andern Seite convergirt und in einem rundlichen Einschnitt des Vomer steckt. Dies sind zwei obere Labialknorpel.

Fig. 52.



Ausgewachsene Natter. Untere Ansicht des Schädels.

O.C Hinterhauptscondylus; *N.G* Nasendrüse.

Knochen: *B.O* Basioccipitale; *E.O* Exoccipitale; *Pr.O* Prooticum; *B.S* Basisphenoid; *Pa.S* Parasphenoid; *Vo* Vomer; *Pmx* Praemaxillare; *Mx* Maxillare; *Pl* Palatinum; *Pt* Pterygoid; *Tr* Transpalatinum; *Qu* Quadratum; *St.Hy* das kleine Stylohyale am Quadratum; *Art* Articulare; *Ang* Angulare; *S.Ang* Supraangulare; *Cor* Coronoid; *Spl* Spleniale; *D* Dentale.

488. Der grösste Theil des Nasenbodens wird von dem als Septomaxillare bezeichneten Knochen eingenommen, welcher sich vertical

längs der niedrigen Nasenscheidewand erstreckt und, nachdem er unter der Nasenhöhle hindurch gegangen, eine Strecke weit in der äussern Nasenwand nach oben gegen das Nasale aufsteigt. Die quergelagerte Platte des Septomaxillare, welche den Boden der Nasenhöhle bildet, stellt zugleich das Dach für die grosse nierenförmige Nasendrüse dar, die selbst in eine Vertiefung des Vomer eingebettet ist. Der letztere Knochen *(Vo)* zeigt eine seinem anderseitigen Genossen angelagerte Platte unterhalb der Nasenscheidewand und einen queren Flügel, welcher zur Aufnahme der Nasendrüse becherförmig gestaltet und vorn seitlich mit einem Einschnitt versehen ist, um ihren Ausführgang durchtreten zu lassen. Der innere (hintere) Labialknorpel heftet sich innig diesem Einschnitt an und erstreckt sich nach innen bis in den Hilus der Drüse, über ihrem Gang sich etwas ausbreitend.

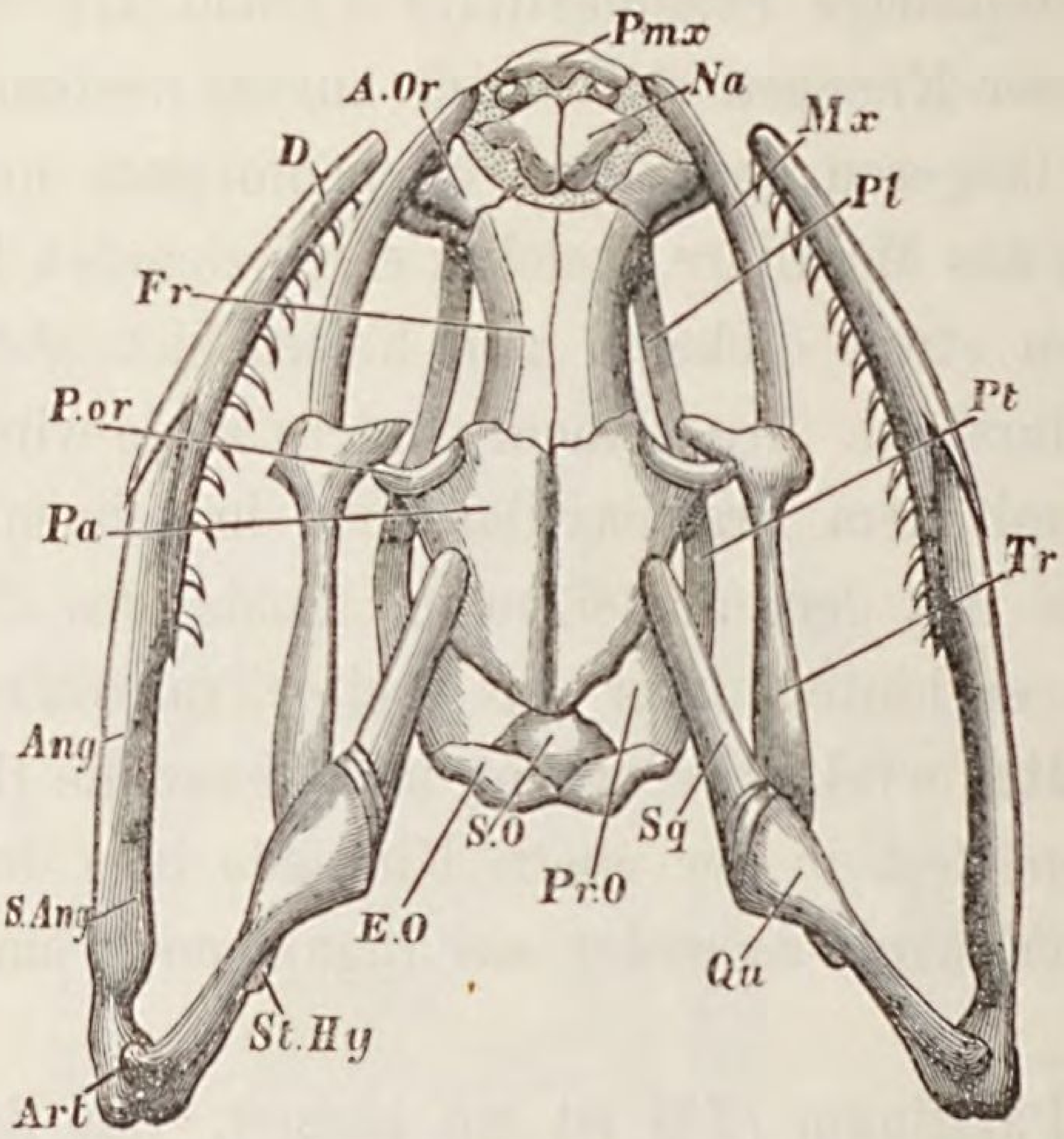
489. Das unpaarige Praemaxillare *(Pmx)* ist ein kleiner dreistrahliger zahnloser Knochen mit einem kurzen medianen Nasalfortsatz oben und einem längeren doppelten Gaumenfortsatz unten. Zu beiden Seiten erreicht es das Maxillare, welches einen ziemlich langen, schwach gekrümmten, vorn etwas dickeren und hinten sich abflachenden zahntragenden Stab darstellt. An seinem vordern Ende wird derselbe durch fibröses Gewebe mit dem Praemaxillare und in seinem vordern Drittel an der Innenseite mit dem absteigenden Rande des Praefrontale verbunden, während er hinten unter das breite Transpalatinum tritt und von diesem gehalten wird. Er nimmt nicht ganz die Hälfte des Mundrandes ein, dessen Rest in der obern Kinnlade blos durch fibröses Gewebe eingenommen wird, da weder ein Jugale noch ein Quadratojugale vorhanden ist.

490. Das Palatinum *(Pl)* ist ein kleiner, mit Zähnen besetzter Knochenstab von kaum der halben Länge und Breite des Pterygoids; vor seiner Mitte entsendet es unterhalb der hinteren Nasenöffnung eine schmale Platte nach innen. Sein vorderes Dritttheil liegt unter dem Praefrontale; dahinter divergirt es sachte nach aussen, wobei es gar nicht mehr von der Gehirnkapsel bedeckt wird, und befestigt sich an der Aussenseite des Vorderendes des Pterygoids. Das letztere *(Pt)*, ein grosser, etwas sichelförmig gekrümmter Balken, ist in der Mitte am dicksten und nahezu so lang wie die ganze Entfernung zwischen dem Hinterhaupt und dem Praemaxillare; vom Palatinum reicht es nach hinten eine Strecke weit über das Occiput hinaus, die ziemlich der halben Länge des Schädels gleichkommt. Die innere Fläche des

Suspensoriums kreuzt es in schiefer Richtung und erstreckt sich sogar noch hinter dem Quadratcondylus bis zur hintersten Ecke des Kieferwinkels. Das Transpalatinum *(Tr)* stellt einen sonderbar aussehenden, beilförmigen Knochen dar, welcher vom hinteren Ende des Maxillare schief nach hinten verläuft, um auf dem breitesten Abschnitt des Pterygoids aufzuruhen. Sein vorderer innerer Fortsatz berührt das Palatinum und befestigt sich an demselben.

491. Das Squamosum (Fig. 53, *Sq*), das oberste Stück des Aufhängeapparats, liegt beinah horizontal und senkt sich blos ein wenig nach unten; es ist länglich, vorn abgerundet und hinten, wo seine abwärts gekehrte Fläche von Gelenkknorpel bedeckt wird, keilförmig gestaltet. Es liegt dem vordern Abschnitt des Prooticums an und

Fig. 53.



Ausgewachsene Natter. Ansicht des Schädels von oben.

Knochen: *S.O* Supraoccipitale; *E.O* Exoccipitale; *Pr.O* Prooticum; *Pa* Parietale; *Fr* Frontale; *Na* Nasale; *Pmx* Praemaxillare; *A.Or* Antorbitale oder Praefrontale; *P.Or* Postorbitale oder Postfrontale; *Pl* Palatinum; *Pt* Pterygoid; *Tr* Transpalatinum; *Mx* Maxillare; *Sq* Squamosum; *Qu* Quadratum; *St.Hy* das winzige Stylohyale am Quadratum; *Art* Articulare; *S.Ang* Supraangulare; *Ang* Angulare; *D* Dentale.

wird durch Ligament damit verbunden, während es mit der Schläfenregion des Parietale nur in lockerer Berührung steht. Das Quadratum *(Qu)* verbreitert sich oben in schiefer Richtung und trägt eine Knorpelfläche, welche sich über den schief abgeschnittenen hintern und äussern Rand des Squamosums hinüberschiebt; zwischen den beiden Knochen

besteht ein Synovialgelenk. Unten wird das Quadratum schlanker und dicker und trägt einen runden Condylus für ein vollkommenes Scharniergelenk. Es ist nach aussen und hinten gerichtet und bildet einen Winkel von ungefähr 45° mit der Medianlinie.

492. Der Unterkiefer reicht bis gegen das Vorderende des Maxillare und ist sanft gebogen; sein Dentale *(D)* nimmt gerade die Hälfte des ganzen Astes ein. Im Ganzen zeigen die Knochen seit dem letzten Stadium keine Veränderung. Die breite Vereinigungsstelle des Coronoids mit dem Spleniale ist um zwei Fünftel der Länge des ganzen Unterkiefers von seinem Vorderende entfernt. Das Angulare *(Ang)* und das Supraangulare *(S.Ang)* besitzen eine beträchtliche Länge und sind in gewissem Grade mit dem Articulare *(Art)* verschmolzen; der Meckel'sche Knorpel ist fast völlig resorbirt.

493. Die Columella mit ihrer Stapedialplatte liegt unter dem horizontalen Canal, in einer Ausbuchtung, welche zu den Fenestrae ovalis und rotunda führt; sie hat verhältnissmässig bedeutend abgenommen, ist durchaus knöchern und der S-förmige Mediostapedialabschnitt ist jetzt nicht länger als die lange Axe des Stylohyale. Dieses letztere stellt einen kleinen schuppenartigen Knochen dar, welcher etwas oberhalb seiner Mitte theilweise mit dem Hinterrande und der inneren Fläche des Quadratums verwachsen ist. Durch die starke Verlängerung des Suspensoriums ist derselbe um das Vierfache seiner eigenen Länge von der Columella abgerückt worden. Das kleine Supratemporale ist vollständig mit dem Squamosum verschmolzen. Ein Paar kleiner Knorpelstückchen findet man gelegentlich zu den Seiten des Kehlkopfs, welche vielleicht den distalen Abschnitt eines Visceralbogens repräsentiren (Huxley).

Zusammenfassung.

494. Bei diesem Typus bilden die Nichtverwachsung der Trabeculae in ihrem postnasalen Abschnitt verbunden mit ihrer langen Persistenz Eigenthümlichkeiten von hervorragendem Interesse. Überdies weisen wir auf die merkbare Verminderung in den relativen Grössenverhältnissen der knorpeligen Gebilde zum übrigen Schädel hin. Das Cranium wird blos hinten von Knorpel bedeckt; der vordere Theil seiner seitlichen Wandung erhält gleichfalls nur sehr wenig Knorpel und die Orbito- und Alisphenoidea sind sehr schwach und tragen nur wenig zur Schädelumhüllung bei. Die Occipitalia und die Ohrknochen

sind sehr vollständig und zeigen viel grössere Ähnlichkeit mit den Gebilden bei den Knochenfischen als bei den Amphibien; das Basisphenoid verknöchert von zwei Punkten aus und verschmilzt dann mit dem grossen Parasphenoid, welches durch seinen medianen Auswuchs nach oben die Trabeculae von einander trennt. Der vordere Theil des Craniums jedoch zeigt noch auffälligere Züge, indem das erste Auftreten der Frontalia und Parietalia sehr tief unten an der Seite stattfindet und indem die Parietalia oberhalb vollständig mit einander verwachsen und zugleich untere Platten über den Trabeculae und zur Unterstützung des Gehirns gebildet werden.

495. Der Gaumen zeigt einen ausgeprägten „Spalt"-Typus und die Gaumenknochen bieten eine aussergewöhnliche Verlängerung und hohe Specialisirung ihrer Theile dar. Ein neuer Knochen, das Transpalatinum, ist hinzugekommen, welches sich zwischen dem hinteren Ende des Maxillare und der Mitte des Pterygoids ausdehnt. Das letztere steht wie bei den früher beschriebenen Formen in Verbindung mit dem Quadratum, aber es zeigt eine bis jetzt nicht wahrgenommene Vollkommenheit seiner Structur. Das Praemaxillare ist unpaarig, die Septomaxillaria sind sehr vollkommen und interessant; „Labial"-Knorpel finden wir abermals in Beziehung zu den hinteren Nasenlöchern. Das Suspensorium des Unterkiefers ist merkwürdig erstens dadurch, dass es nur einen einzigen Knochen, das Quadratum, entstehen lässt, welcher dasselbe vollständig zur Verknöcherung bringt, zweitens dadurch, dass es während des Fortschreitens der Entwickelung seine Richtung nach vorn in diejenige nach hinten verändert, drittens dadurch, dass es vollständig von der Berührung mit der Schädelwand ausgeschlossen bleibt und nur locker mit dem langen Squamosum sich verbindet, wobei beide Knochen sich rückwärts wenden. Der Unterkiefer hat eine sehr erhebliche Anzahl gesonderter Verknöcherungspunkte. Die Seitenwand des Schädels besitzt einen antorbitalen (praefrontalen) und einen postorbitalen (postfrontalen) Hautknochen. Der kleine Repräsentant des Hyoidbogens ist in zwei Theile gesondert, von denen der eine als einfache Columella persistirt, die durch eine gewisse Entfernung von dem winzigen Stylohyalstück getrennt bleibt.

496. Es finden sich nur wenig Punkte specieller Übereinstimmung zwischen diesem Schädel und denjenigen der unter den Amphibien untersuchten Typen, während anderseits viele Züge hervortreten, die uns an die Knochenfische und an die Vögel erinnern. Während

die Specialisirung der Hautknochen und die Verminderung des Knorpels und der Knorpelknochen ausserordentlich viel weiter geht, als wir dies beim Lachs gesehen haben, bestehen doch an den Hinterhaupts- und den Ohrknochen, am Parasphenoid und den Mandibulargebilden mancherlei Ähnlichkeiten zwischen diesen beiden Formen. Allein jenes System von Theilen, welches durch die Athmung im Wasser nothwendig gemacht worden war, ist beinah vollständig verloren gegangen und die einzelnen Überbleibsel der postmandibularen Bogen übernehmen sehr bald nach ihrem Auftreten schon die Beziehungen, welchen sie im ausgewachsenen Thier angepasst sind. In manchen Hinsichten stehen wir auf dem Höhepunkt der Wirbelthier-Entwickelung; die Hautknochen sind mit den Knorpelknochen so zusammengefügt und vereinigt, dass sie einen kräftigen Schutz für das Gehirn darbieten; die Knochen des Gaumens haben eine Form und Lage, welche nur geringer Modificationen bedürfen, um den Vogeltypus vorzuführen; das Suspensorium besteht aus einem einzigen gesonderten Knochen, dem Quadratum. Bei der Betrachtung dieses einzigen Schädels erweist sich die Vereinigung der Amphibien und Reptilien zu einer Gruppe, welche man auf der einen Seite von den Fischen, auf der andern von den Vögeln abtrennte, sofort als ein Widerspruch gegen die anatomischen Thatsachen.

Anhang.

Über den Schädel der Reptilien.

497. Der Schädel der Giftschlangen variirt hinsichtlich der Bildung ihres Gaumenapparates in verschiedener Weise, welche ihren extremsten Ausdruck bei *Crotalus* (der Klapperschlange) findet. Hier treffen sich eine Verkürzung und Specialisirung des Maxillare, welches den Giftzahn trägt, verbunden mit grösserer Beweglichkeit aller anderen Gaumenknochen als auszeichnende Merkmale. Die Praemaxillaria sind klein, die Maxillaria aber lassen sich aus ihrer normalen Stellung soweit verrücken, dass die Giftzähne durch dieselbe Muskelthätigkeit, welche den Mund öffnet, aufgerichtet werden[3]. Bei *Typhlops* sind die Palatina schlank und quer gelagert, hinter den Nasenlöchern. Die Pterygoidea liegen unter-

[3] Siehe Huxley, Anatomie der Wirbelthiere, übers. v. Ratzel, S. 204.

halb des Schädelbodens und erstrecken sich nicht bis zum Quadratum. Bei *Tortrix* ist das Quadratum kurz und unmittelbar mit dem Schädel in Zusammenhang, während das Squamosum ganz unbedeutend bleibt.

Der Schädel der Schildkröte.

498. Bei der (See-) Schildkröte *(Chelone)* ist das Chondrocranium zur Zeit ihres Ausschlüpfens[4] viel weiter entwickelt als wie bei der Natter. Das Hinterhauptsdach ist von erheblicher Ausdehnung, indem es bis unterhalb des hinteren Viertels des Parietalknochens reicht. Trotzdem ist die supracraniale Fontanelle gross. Der Boden der Schädelhöhlung bietet einen nahezu vollkommen continuirlichen Knorpel dar, an welchem der hintere Sattelwulst stark vorspringt, aber es bildet sich doch eine basicraniale Fontanelle. Die Verknöcherungen des Schädelbodens sind ein grosses Basioccipitale und ein Basisphenoid, welches aus drei Verknöcherungspunkten, zwei paarigen und seitlichen, wie bei der Natter hinter dem Pituitarkörper gelegenen, und einem vorderen medianen entsteht, welcher das Rostrum des genannten Thieres repräsentirt. Vor diesem Gebilde ist der praesphenoidale Knorpel zunächst ziemlich niedrig, um sodann plötzlich vertical comprimirt zu werden und ein Septum unterhalb des Sehnerven zu bilden. Dieser Knorpel erreicht seine grösste Höhe als Mesethmoid und senkt sich dann wieder allmählich, wo er die Nasenscheidewand darstellt, bis er endlich vorn unten in dem medianen Praenasalknorpel endigt.

499. Vom ganzen Umfange des oberen Randes des Interorbitalseptums entsteht zu beiden Seiten ein grosser halbmondförmiger Orbitosphenoidknorpel, welcher unmittelbar über dem Sehnerv endigt. Der hinter diesem Stück in der Schädelwand folgende Raum verknöchert in erheblicher Ausdehnung durch Vermittelung einer vom Parietale herabsteigenden Platte, indem ein Alisphenoidknorpel ganz fehlt. Die Nasenknorpel bilden sehr vollkommene Dächer und Seitenwandungen für ihre Kapseln und geben, indem sie sich seitlich nach innen krümmen, rudimentären Muschelplatten den Ursprung. Hinten stellt die Nasenwandung eine steile antorbitale Platte dar. In ihrem hinteren Theile wird die Kapsel fast vollständig von dem grossen Ethmonasalknochen umhüllt. Vorn steht die seitliche Wandung durch Knorpel in continuirlicher Verbindung mit dem Nasenboden, so dass die Kapseln zwei vollkommene Cylinder bilden.

500. Die Exoccipitalia sind vertical und länglich und werden vom Vagus und Hypoglossus durchbohrt. Die Supraoccipitalregion ist gross, mit ansehnlichem Kamm oder einer Spina, welche rückwärts wächst; dieselbe besitzt auch eine umfängliche Ektostose. Es finden sich drei Verknöcherungspunkte in der Ohrregion, aber ein grosser Theil der Kapsel

[4] Diese Beschreibung wird auch den Bau des ausgewachsenen Schädels zum grössten Theil zu erklären vermögen.

bleibt in knorpeligem Zustand. Vorn treffen wir das Prooticum, oben hinten das Epioticum, welches nach vorn und innen gerichtet ist und mit dem Supraoccipitale verschmilzt, und hinten unten das Opisthoticum, das dauernd gesondert bleibt. Zwischen diesen Knochen besteht dann eine dreistrahlige Knorpelmasse, deren Überreste das ganze Leben über in Gestalt einer Naht fortdauern. Dann finden sich noch grosse Parietalia (mit seitlichen Cranialplatten) und Frontalia.

501. Das Quadratum zeigt einen grossen angeschwollenen Ohrabschnitt, welcher sich dicht an die Ohrkapsel anlegt, und einen vorderen (orbitalen) Fortsatz, der nach vorn und innen gegen die Aussenseite der absteigenden Platte des Parietale wächst. Dieser letztere ist auch beim ausgewachsenen Thier nicht verknöchert. Die Pterygoidea sind lang und breit und vereinigen sich mit einander in der Mittellinie unterhalb des Schädelbodens. Jedes Pterygoid hat ausserdem einen eckigen aufsteigenden Fortsatz, welcher sich der Innenfläche des Quadratums anlegt und überdies gegen die äussere Fläche des Parietale unterhalb des Orbitalfortsatzes des Quadratums ausläuft. Derselbe wird von der Haut aus verknöchert. In einer Grube dieses knöchernen Fortsatzes findet man einen Knorpelabschnitt, dessen Spitze nahezu die Spitze des Orbitalfortsatzes erreicht und mit diesem einen rechten Winkel bildet. Er wird dann von einem knöchernen Schaft umhüllt und stellt ein kleines Epipterygoid dar; später entwickelt er sich zu einer länglichen Knochenplatte, die zwischen das Parietale und den aufsteigenden Fortsatz des Pterygoids eingekeilt erscheint und fälschlicherweise für ein Alisphenoid gehalten worden ist.

502. Die Palatina sind hinten mit den Pterygoidea und vorn und oben mit dem medianen Vomer verbunden. Der letztere Knochen verbreitert sich unterhalb auf gleichem Niveau wie die kleinen unteren Gaumenplatten der Palatina, welche wir hier zum erstenmal antreffen, wie sie dahin streben, die Mündung der hinteren Nasenlöcher im Gaumen nach hinten zu drängen. Es findet sich weder ein Transpalatinum noch ein Septomaxillare. Die Praemaxillaria sind klein, die Maxillaria gross, und Jugalia und Quadratojugalia setzen die Reihe bis zum Quadratum fort. Hinter und über der Augenhöhle befindet sich ein Postfrontale (ein Hautknochen) und weiter hinten ein Squamosum zu beiden Seiten der Ohrkapsel und über dem Quadratum. Die Schläfengrube wird durch Vereinigung der Postfrontalia und Squamosa an ihrer Innenseite mit einer äusseren Platte der Parietalia und unten mit den Jugalia und Quadratojugalia überdacht. Die Dentalia sind beim ausgewachsenen Thier zu einem Knochen verschmolzen. Die postoralen Bogen zeigen eine viel höhere Ausbildung als bei der Natter. Wir finden da ein breites Basihyale mit vorderen (grösseren) Ceratohyalhörnern und hinteren kleineren (Kiemen- oder „Thyrohyal“-) Fortsätzen. Diese Hörner sind sämmtlich verknöchert. Sie stehen nicht in directem Zusammenhange mit den axialen Theilen; dagegen findet sich eine lange Columella des Ohres, welche oben am Stapes endigt.

Der Schädel der Eidechsen.

503. Bei einem typischen Lacertilier (wie z. B. *Varanus* oder *Iguana*) ist der hintere Abschnitt des Schädels sehr vollständig verknöchert. Basi- und Exoccipitalia treten zur Bildung des einfachen Condylus zusammen. Das Basioccipitale ist breit, die Exoccipitalia steigen bis zu zwei Dritteln der Höhe des Foramen magnum hinauf, welches durch das grosse Supraoccipitale vollständig abgeschlossen wird. Die Ohrkapseln erstrecken sich zusammen mit den Exoccipitalia weit nach aussen hin; das Opisthoticum verschmilzt mit dem Exoccipitale, das Epioticum mit dem Supraoccipitale und nur das Prooticum bleibt selbständig.

504. Das Basisphenoid verknöchert von einem Paar ektostotischer, hinter dem Pituitarkörper liegender Punkte aus und entsendet nach beiden Seiten einen grossen Basipterygoidfortsatz, um mit der Innenfläche des Pterygoids zu articuliren. Das Basisphenoid erstreckt sich vorn noch eine kleine Strecke weit zu beiden Seiten des Pituitarraumes in den Trabecularknorpel hinein, aber vor jenem bleibt der Knorpel unverknöchert und geht in das umfängliche Interorbitalseptum über, welches seinerseits sich in die Nasenscheidewand fortsetzt. Der membranöse Boden des Pituitarraumes wird durch das hintere breite Ende des zarten griffelförmigen Parasphenoids gestützt, welches den hinteren zwei Drittheilen des Interorbitalseptums von unten anliegt. Das letztere zeigt grosse fenestraförmige Lücken und ist nur schwach verknöchert. Ein Alisphenoid fehlt, statt dessen nimmt eine Membran die Schädelwand von etwas hinter dem Foramen opticum bis zum vordern Rande des Prooticums ein (welcher zum Austritt des Trigeminus einen Einschnitt besitzt). Das Parietale senkt sich nur wenig in diesen Abschnitt herab. Der Orbitosphenoidknorpel ist ziemlich ausgedehnt, aber mit einer ansehnlichen Fenestra versehen; der Knorpel erstreckt sich eine Strecke weit hinter das Foramen opticum. Unterhalb der Fenestra findet sich eine Orbitosphenoidverknöcherung. Die Nasenscheidewand bleibt unverknöchert; der Nasengang erhält seinen Boden beiderseits durch ein grosses Septomaxillare, welches mit einer kleinen verticalen Platte gegen das Septum aufsteigt.

505. Das Praemaxillare ist der Regel nach unpaarig und mit einem langen Nasenfortsatz versehen. Die Nasalia können gross sein, wie bei Iguana, oder aber sehr klein, wie bei den Monitoren. Zwei Hautknochen finden sich in der Antorbitalgegend, welche beide durchbohrt sein können: der obere oder der praefrontale ist der grössere und besitzt eine Orbitalplatte; er verschmälert sich zwischen den Augenhöhlen zu einem gebogenen Sporn, der sich durch Naht mit dem Frontale verbindet. Einen einzigen Supraorbitalknochen finden wir bei Monitor; Iguana besitzt zwei bis drei, die Scincoiden eine grössere Anzahl. Die Frontalia sind einfache, oberflächlich gelegene Knochen, welche sich mit den Parietalia durch eine gerade Kronnaht vereinigen, deren Enden gegen die Postorbitalia (Postfrontalia) auslaufen. Diese (den Reptilien eigenthümlichen) Hautknochen sind stets gross und ruhen hinten auf dem Squamosum und manchmal vorn auf dem Jugale auf. Wie bei den Nattern sind die Parietalia fast stets mit einander verschmolzen, mit Ausnahme des für diese Formen so

charakteristischen Parietallochs, welches hinter der Kronnaht, in ihrem Verlauf oder sogar noch etwas vor derselben liegen kann. Hinten wird zu beiden Seiten vom Frontale aus ein grosses Horn entsendet, welches rückwärts gegen die Ohrkapsel und den Parotisfortsatz des Exoccipitale verläuft. Das Jugale ist manchmal sehr gross und reicht dann bis zum Postfrontale und Parietale. Das Quadratojugale fehlt überall mit Ausnahme von *Hatteria*. Das Squamosum steht in Verbindung mit dem hinteren Sporn des Parietale und kann auch mit dem Postfrontale vereinigt sein. Hinter dem Squamosum findet sich ein Supratemporale. Die Gruben, welche zwischen den äusseren Knochen eines Eidechsenschädels liegen, kann man als Supratemporalgrube, zwischen dem Parietale, dem Supraoccipitale und der Ohrkapselverlängerung, und als laterale Temporalgrube, zwischen dem Squamosum und dem Postfrontale oben, dem Jugale und Quadratum vorn und hinten und dem Quadratojugalligament unten, bezeichnen.

506. Bei den *Geckos* sind die äusseren seitlichen Knochen des Schädels entweder sehr klein oder sie fehlen ganz, so dass der obere und untere seitliche Bogen gar nicht zur Ausbildung kommen. Bei *Sphenodon* sind diese beiden Arcaden vollständig und das Quadratum ist mit dem Squamosum, dem Quadratojugale und dem Pterygoid sowie auch mit der Vorderseite der Ohrkapsel verschmolzen. Es finden sich zwei Praemaxillaria. Bei *Mosasaurus* articuliren die Pterygoidea in der Mittellinie unterhalb der hinteren Nasenlöcher mit einander. Bei *Chamaeleon* hat der Schädel ein Interorbitalseptum, aber kein Epipterygoid. Der Quadratknochen wendet sich bei *Amphisbaena* nach unten und vorn; es fehlt hier ein Interorbitalseptum. Bei *Chamaeleon* erhebt sich ausserdem ein nach hinten gewendeter medianer Kamm von den Occipital- und Parietalknochen, welchem sich noch ein paar seitliche Verlängerungen von den Squamosa aus anschliessen. Die Augenhöhle wird durch einen Fortsatz vom Jugale abgeschlossen, aber der untere Bogen wird nicht durch ein Quadratojugale vervollständigt. Das Quadratum articulirt mit dem Squamosum und der Ohrkapsel, das Pterygoid aber reicht nicht bis an dasselbe heran.

Der Schädel des Krokodils.

507. Der hintere Abschnitt des Schädels ist sehr vollkommen ausgebildet und es finden sich grosse Alisphenoidea. Ein Interorbitalseptum ist vorhanden, die Orbitosphenoidea dagegen nur wenig entwickelt. Ein Parietalloch fehlt. Die vor der Schädelhöhle liegenden Knochen sind bedeutend verlängert und die Gaumenplatten der Maxillaria und Palatina ausserordentlich gross, ausserdem stossen sie in der Mittellinie zusammen und bilden einen secundären Boden für die Nasengänge; dieser Gaumen erstreckt sich dann weit nach hinten in Folge der Ausbildung einer Gaumenplatte sogar von den Pterygoidea aus. Die letzteren erstrecken sich gleichfalls nach oben gegen die Basis des Schädels, indem sie durch eine Naht mit einander vereinigt sind und nach aussen mit der oberen und inneren Fläche der Quadratknochen zusammenhängen. Die Vomer-

knochen werden in der Regel durch die Gaumenplatten verdeckt. Das grosse Quadratum ist fest in der Seite des Schädels befestigt, obgleich es nicht damit verschmilzt. Die Paukenhöhle wird fast von sämmtlichen Knochen des hinteren Schädelabschnittes mit Ausnahme des Epioticums und des Supraoccipitale begrenzt. Das Opisthoticum fliesst mit dem Exoccipitale zusammen. Die seitlichen Knochenbogen des Schädels sind sehr vollständig und kräftig und bilden ansehnliche Gruben, welche denjenigen der *Lacertilia* ähnlich sehen. Die eustachischen Röhren sind sehr complicirt.

VII. Capitel.

Der Schädel des Haushuhns.

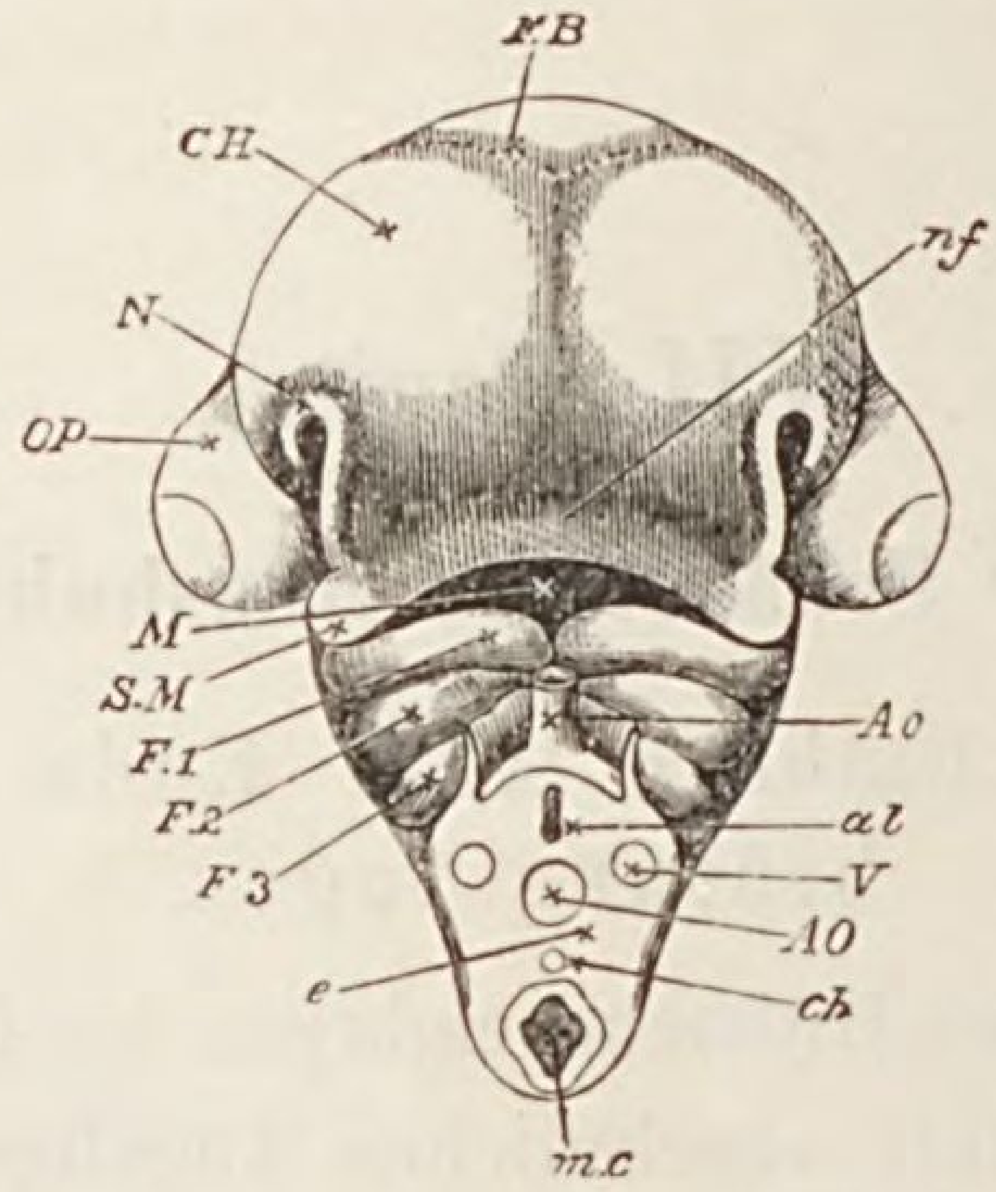
Erstes Stadium: Embryo vom Ende des fünften Bebrütungstages.

508. Der Kopf des Hühnchenembryos ist in dieser Periode schon wohlausgestaltet und mit ansehnlichen kugeligen Auftreibungen von den Gehirnblasen her und sehr grossen Augäpfeln versehen. Die mesocephalische Krümmung hat ihren höchsten Grad erreicht: der Kopf ist so nach vorn übergebeugt, dass er beinah den Hals berührt; der Mund liegt der Brust gegenüber. Die Grosshirnhemisphären zeigen sich bei einer Ansicht des Kopfes von unten schon wohlentwickelt (Fig. 54, *C.H*); das Mittelhirn ragt von der Schädelkrümmung aus nach vorn vor, während das Hinterhirn langgestreckt und verhältnissmässig klein ist. Die Riechgruben *(N)* sind kleine Vertiefungen unter und hinter dem Vorderhirn und gerade nach innen vom vordern Abschnitt der Augäpfel. Die Ohrblasen liegen etwas oberhalb und hinter den Augäpfeln zu beiden Seiten des hintern Abschnittes des Hinterhirns.

509. Die Mundhöhle *(M)*, unter und hinter dem Vorderhirn gelegen, zeigt eine längliche Öffnung, welche vorne durch den Stirnnasenfortsatz *(nf)* begrenzt wird, der die beiden Riechvertiefungen von einander trennt, hinten durch die ersten Visceralbogen und seitlich durch die Maxillopalatinfortsätze *(s.m)*, welche von den Seiten jenes Bogens nach vorn wachsen und unterhalb der Augäpfel liegen. Je mehr sich die Nasengruben vertiefen, desto deutlicher bildet sich ein Einschnitt in ihrem Rande aus, welcher schliesslich einen Graben entstehen lässt, der sich schief nach unten gegen die Mundhöhle wendet. Der Stirnnasen- und der Maxillopalatinfortsatz, welche von beiden

Seiten gegen diesen Graben heranwachsen, streben denselben zu vertiefen; auf etwas späterer Stufe bilden sie sogar eine Brücke über denselben hinweg und schliessen auf diese Weise einen von den Nasengruben nach der Mundhöhle verlaufenden Canal ein, welcher in das Dach der letzteren mündet.

Fig. 54.



Embryo des Hühnchens vom vierten Bebrütungstage. Untere Ansicht des Kopfes in undurchsichtiger Darstellung (Nach Foster und Balfour.) Der Hals ist zwischen der dritten und der vierten Visceralfalte quer durchschnitten worden.

CH Grosshirnhemisphären; *F.B* erste Gehirnblase; *Op* Augapfel; *n.f* Stirnnasenfortsatz; *M* Mundhöhle; *S.M* Oberkiefer oder Maxillopalatinfortsatz von *F.1*, der ersten Visceral- (der Mandibular-) Falte; *F.2, F.3* zweite und dritte Visceralfalte; *N* Nasengrube.

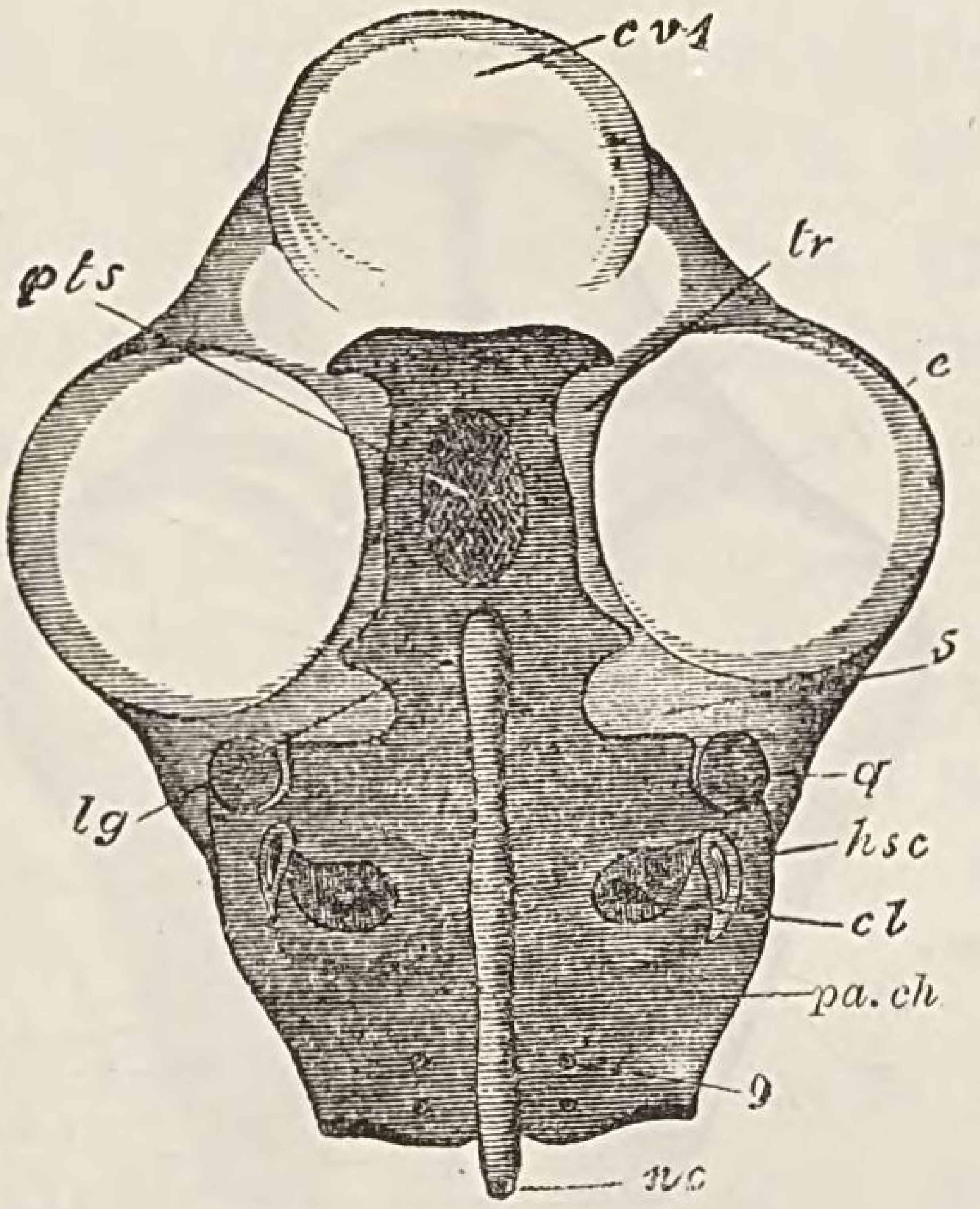
Im Querschnitt des Halses: *al* Nahrungscanal; *mc* Nervenrohr; *ch* Chorda dorsalis; *Ao* unten, Rückenaorta; *V* Vena vertebralis; *Ao* oben, Bulbus arteriosus.

510. In den Seitenwänden des Schlundes finden sich drei Visceralfalten (Fig. 54, *F1, 2, 3*), von denen die hinterste am kleinsten ist. Am stärksten ragen sie auf der Bauchseite vor. Hinter jeder Falte trifft man auf beiden Seiten auf eine Spalte, welche sich in den Schlund öffnet.

511. Die ursprünglichen Theile des craniofacialen Skelets, welche anfänglich aus sternförmigen Zellen zusammengesetzt sind, gehen jetzt grösstentheils in hyalinen Knorpel über. Der craniale Abschnitt der Chorda (Fig. 55, *nc*), welcher an zwei Stellen eine schwache Einschnürung zeigt, erstreckt sich beinah bis zur Pituitargegend *(pt.s)* nach vorn. Er wird beiderseits von den Parachordalia *(pa.ch)* begrenzt; darauf folgt eine praechordale Brücke und vor dieser Gegend biegen sich dann die Trabeculae *(tr)* nach unten und divergiren von einander,

um die Pituitarlücke zu umfassen. Ein discontinuirlicher Zustand dieser primären Elemente ist auf keiner frühern Stufe beobachtet worden. Auch bilden sich keine gesonderten knorpeligen Ohrkapseln beim Hühnchen, vielmehr steht jedes Parachordalstück von Anfang an im mittleren Theil seiner Aussenseite in unmittelbarer Verbindung mit der verknorpelten Wandung des Ohrsackes, in welchem die Schnecke oder Cochlea *(cl)* und die halbkreisförmigen Canäle bereits sichtbar zu werden beginnen. Eine kurze Strecke vor den Ohrmassen verschmälern

Fig. 55.



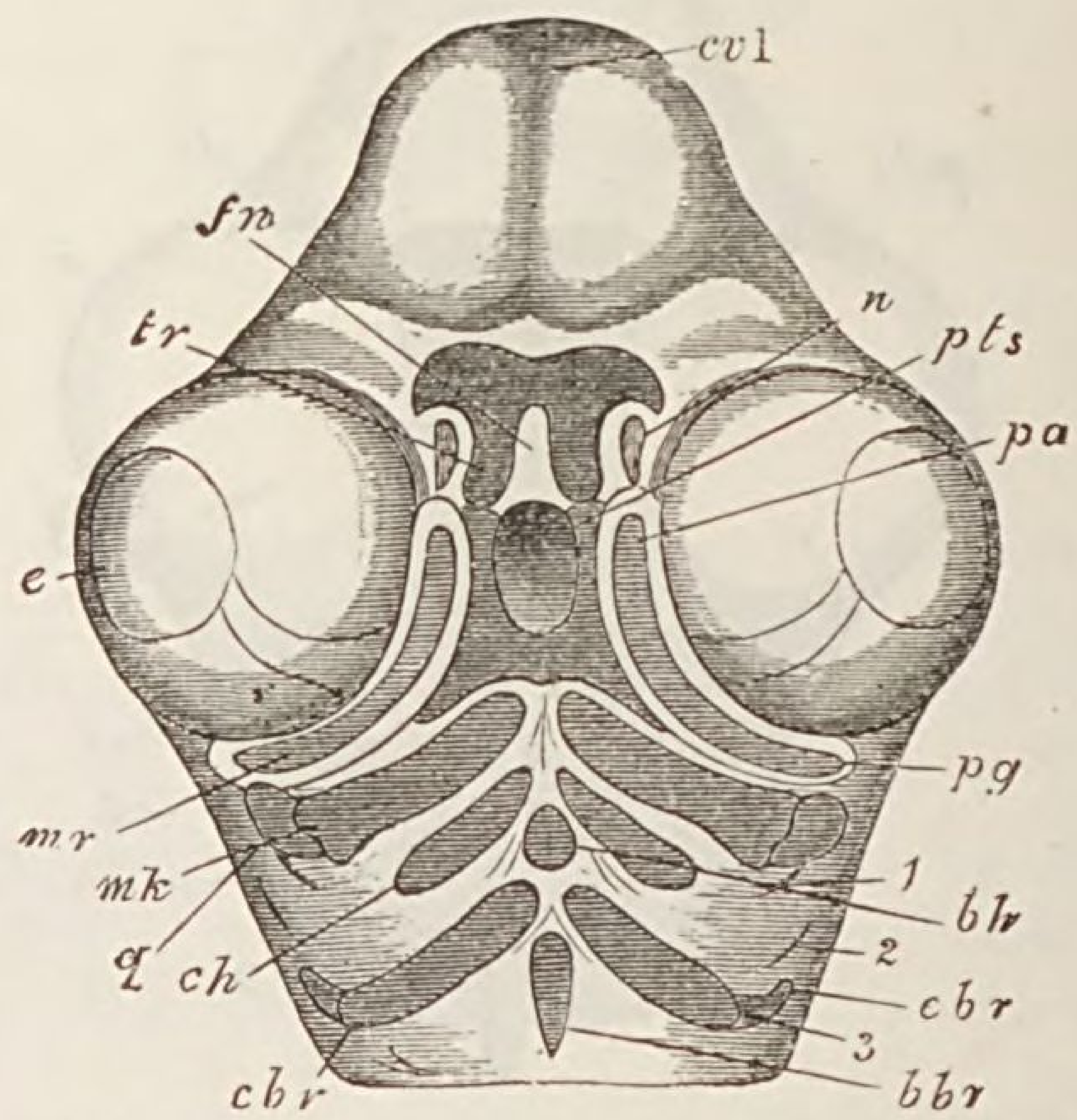
Hühnchenembryo vom fünften Bebrütungstage. Ansicht der Schädelgebilde von oben, nachdem der obere Abschnitt des Kopfes horizontal abgetragen worden ist; nur ein Theil der ersten Gehirnblase und die untere Hälfte der Augäpfel blieb erhalten. Die knorpeligen Theile sind durch dunkle horizontale Schraffirung angedeutet.

cv 1 Vorderhirn; *e* Augapfel; *tr* Trabecula (die Weisungslinie reicht nicht ganz bis zur betreffenden Stelle); *pt.s* Pituitar- oder Intertrabecularraum; *5* Ausschnitt für den Nervus trigeminus; *lg* Fortsatz, welcher zur *Lingula sphenoidalis* wird; *q* Quadratknorpel; *h.s.c* horizontaler halbkreisförmiger Canal; *cl* Schnecke; *pa.ch* Parachordalknorpel; *nc* Chorda; *9* Austrittstelle des Nervus hypoglossus.

sich die Parachordalknorpel plötzlich, wodurch ein Einschnitt für den Austritt des Trigeminus *(5)* entsteht. Vor diesem findet sich zu beiden Seiten des Vorderendes der Chorda eine kleine, im Winkel vorspringende Ausbreitung und an dieser Stelle bemerkt man auch einen schmalen, quer verlaufenden Kamm, der genau die Linie bezeichnet, um welche die mesocephalische Krümmung stattgefunden hat.

512. Der von den absteigenden Trabeculae eingeschlossene Raum ist ein längliches Oval; unterhalb dieser Gegend verwachsen die paarigen Spangen, um eine breite Internasalplatte zu bilden, welche hinter dem Vorderhirn liegt. Dieselbe ist in der Mittellinie ausgerandet und dehnt sich zu beiden Seiten in einen hornartigen Fortsatz aus. Diese Cornua krümmen sich theilweise um die äusseren Nasenöffnungen herum. Der untere Abschnitt der Internasalplatte biegt sich etwas gegen den übrigen Theil zurück, so dass die Cornua gerade nach hinten sehen (s. Fig. 56).

Fig. 56.



Hühnchenembryo vom fünften Bebrütungstage; Ansicht des Kopfes von unten, mit durchscheinenden Skelettheilen.

cv 1 Vorderhirn; *e* Augapfel; *n* Nasengrube; *fn* Stirnnasenfortsatz; *tr* weist auf eines der Trabecularhörner hin, welche im Stirnnasenfortsatz unter dem Niveau des Haupttheils der Trabeculae nach hinten verlaufen; letztere sind zu beiden Seiten von *pts*, dem Pituitarraum, sichtbar; *mr* Subocularstreifen, an welchem *pa* der Palatin- und *pg* der Pterygoidabschnitt angedeutet sind; *q* Quadratum; *mk* Meckel'scher Knorpel; *bh* Basihyale; *ch* Ceratohyale; *bbr* Basibranchiale; *cbr* Ceratobranchiale; *ebr* Epibranchiale; *1,2,3* Visceralspalten.

513. Am innern (Palatin-) Abschnitt des Maxillopalatinfortsatzes beginnt der gekrümmte Palatopterygoidstreifen (in subocularer Lage) sich auszubilden, aber er gelangt erheblich später zur Verfestigung als der Mandibularbogen (Fig. 56, *pa*, *pg*). Der letztere hat sich bereits in zwei Stücke gegliedert: erstens in einen kleineren höckerigen Quadratknorpel (*q*), welcher hinter dem Augapfel liegt und sich dicht der vordern äussern Ecke des Parachordal- und Ohr-

knorpels hinter dem Austritt des Trigeminus anlagert; und zweitens in einen Meckel'schen Stab *(mk)*, welcher in der ersten Visceralfalte liegt und eine ausgehöhlte Gelenkfläche für das Quadratum und einen kleinen Angularauswuchs dahinter besitzt. Die Meckel'schen Streifen stossen in der Mittellinie beinah zusammen. Die erste Visceralspalte *(1)* hinter dem Quadratum ist bereits in der Ausbildung zur complicirten Paukenhöhle begriffen.

514. Der Hyoidbogen enthält an der Ventralseite ein Paar kleiner, wenig differencirter Spangen *(c.h)* und ein unpaares Stück oder Basihyale *(b.h)*. Die zweite Visceralspalte verschliesst sich sehr bald und hinter ihr zeigt der erste Kiemenbogen ein Paar wohlausgebildeter Ceratobranchialstreifen *(c.br)*, welche in der Mittellinie fast zusammenstossen und sehr kleine selbständige Epibranchialstücke tragen. Ein Basibranchiale *(b.br)* bildet sich in der Mittellinie etwas weiter hinten.

In dieser frühen Periode liegt der Hyoidbogen bereits an der Innenseite des Mandibularbogens, gerade so wie der erste Kiemenbogen bei den Knochenfischen an die Innenseite des massiven Hyoidbogens zu liegen kommt. Schon ist der dritte Visceralbogen des Hühnchens grösser geworden als der zweite — ein Verhältniss, welches in der ganzen Classe der Vögel vorherrscht.

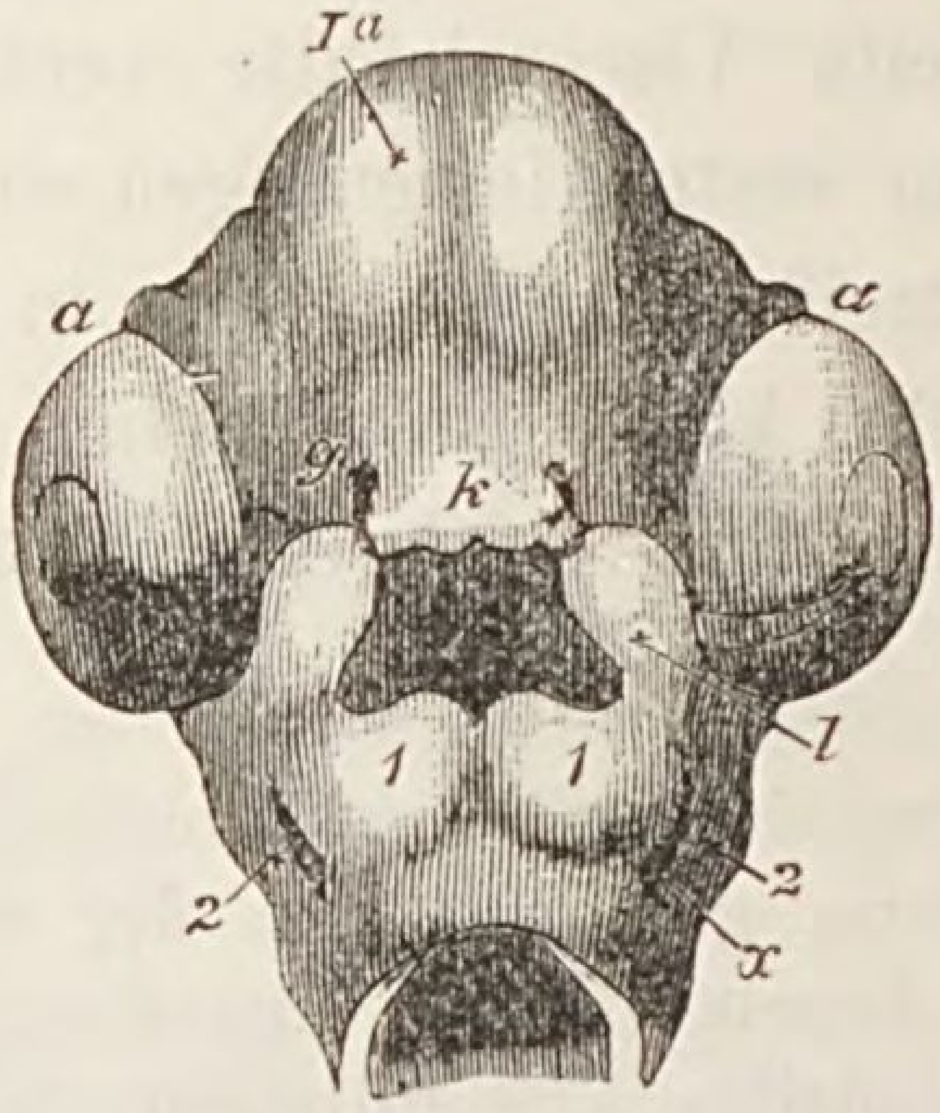
515. Wir erkennen hier, dass an diesem Schädel, sobald nur seine ersten Anlagen sichtbar sind, ein Grad der Structur erreicht wird, welcher bei den Schädeln niedrigerer Typen erst durch eine ganze Reihe von Veränderungen zur Ausbildung gelangt. Die basicranialen Elemente stehen ungeachtet der mesocephalischen Krümmung in continuirlicher Verbindung. Die Internasalplatte und die Cornua sind ebenso vollständig und continuirlich. Die Ohrmassen sind gleichfalls von Anfang an mit den speciell cranialen Gebilden verwachsen. Die gesonderte Ausbildung des obern Stückes des Mandibularbogens ist ein Zeichen hoher Specialisirung; das zukünftige Palatopterygoid, welches beim ausgewachsenen Thier so wichtig wird, ist bereits unterscheidbar. Die Schwäche der Skelettheile in den hintern Bogen steht in Beziehung zum Mangel irgend welcher Nothwendigkeit, im Wasser zu athmen.

Zweites Stadium: Sechster und siebenter Bebrütungstag.

516. Der Kopf ist immer noch unverhältnissmässig gross, fünf Linien lang, und das rudimentäre Cranium wohl verknorpelt. Die

mesocephalische Krümmung hat bedeutend abgenommen; der Kopf erscheint mehr viereckig und weniger blasig aufgetrieben (Fig. 57). Das Vorderhirn nimmt nahezu die vordere Hälfte der Schädelhöhle ein; dahinter liegt das Mittelhirn, während das Hinterhirn erheblich kleiner und ganz vom hintern Theil des Mittelhirns bedeckt ist. Die Mundhöhle ist nicht mehr ganz an der Unterseite gelegen, sondern stellt nun einen Raum dar, dessen Axe mehr vorwärts als abwärts sieht.

Fig. 57.



Hühnchenembryo vom sechsten Tage der Bebrütung. Ansicht des Kopfes von unten (nach Huxley).

1a Grosshirnhemisphären; *a* Augapfel; *g* Nasengrube; *k* Stirnnasenfortsatz; *l* Maxillopalatin- (Kiefergaumen-) Fortsatz; 1 Mandibularbogen; *2* Hyoidbogen; *x* erste Visceralspalte. Die Mundhöhle ist zwischen *k* und *1* sichtbar; der dunkelste Theil deutet die Öffnung in den Schlund an.

517. Der Trabecularabschnitt des Craniums ist länger geworden als der parachordale. In dem Winkel, welcher durch die Krümmung des Schädelgrundes gebildet und im ersten Stadium durch einen niedrigen Kamm markirt wurde, ist der hohe, nach oben und etwas nach hinten gewendete Wulst entstanden, welcher als hintere Sattellehne oder Clinoidwand bekannt ist und den Pituitarkörper von hinten schützt. Die innern Carotiden treten vor dieser Wand in die Schädelhöhle ein. Die Parachordalknorpel haben bedeutend an Festigkeit gewonnen, obgleich die Chorda noch nicht obliterirt ist. Hinten wächst der Knorpel nach aussen und oben um das Nervenrohr herum, wodurch Exoccipitalabschnitte entstehen, und strebt den Hinterhauptsring vollständig zu schliessen. Ein äusserer Auswuchs des Exoccipitale hinter der Ohrmasse (der Tympanicumflügel) überwölbt die Paukenhöhle (Fig. 58, *e.o*).

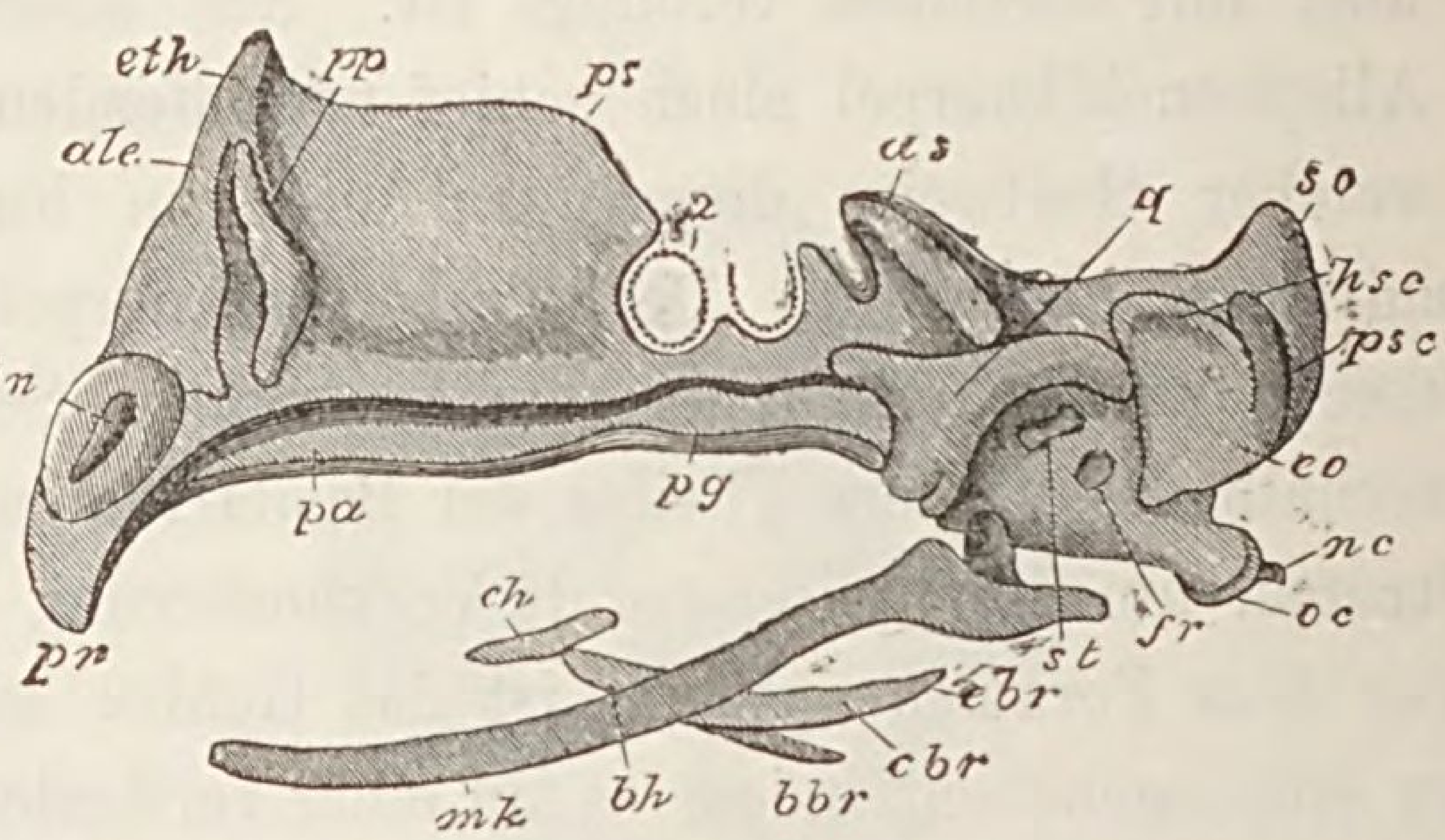
518. Die Trabecularspangen zu beiden Seiten des Pituitarkörpers erscheinen schwach nach aussen gewölbt und deutlicher von den Parachordalia gesondert als im ersten Stadium, obgleich immer noch durchaus in continuirlicher Verbindung mit denselben. Bei ältern Embryonen findet sich ein (lateraler) Alisphenoidabschnitt aus Knorpel *(a.s)*, welcher theilweise die Basis des Craniums vervollständigt und durch den Trigeminus unten von der Ohrmasse getrennt wird, nach aussen vom Nerven aber mit derselben vereinigt ist. Auf seiner Aussenseite trägt dieser Alisphenoidknorpel einen schief verlaufenden vorspringenden Wulst, welcher theilweise die Augenhöhle von hinten begrenzt und das Quadratum überwölbt. Der Trabecularknorpel bleibt dann eine kurze Strecke weit, nämlich bis zum Austritt des Sehnerven, sehr niedrig. Unterhalb des vordern Theiles der Basilarregion verdickt sich das fibröse Stroma, um die basitemporale Verknöcherung aufzunehmen.

519. Vor dem Foramen opticum ist das Gehirn erheblich über dessen Niveau emporgehoben, indem es auf einer verticalen knorpeligen Internasal- und Interorbitalplatte aufruht, welche in seitlicher Ansicht lang gestreckt erscheint, oben dünner wird, unten aber sich verdickt, wo sie unmittelbar durch Verschmelzung der Trabeculae entstanden ist. Sie erstreckt sich continuirlich bis zum Vorderende des Kopfes und ihr vorderer Rand fällt nahezu senkrecht ab; unten setzt sie sich in einen abgerundeten Vorsprung fort, welcher etwas nach hinten gewendet ist, und ihr oberer Rand steht beiderseits mit dem kleinen knorpeligen Nasendach in Verbindung.

520. Innerhalb sehr kurzer Zeit wächst bei weiterer Bebrütung der vordere Theil dieser verticalen Platte nach vorn und unten, so dass er die Axe eines abwärts und vorwärts vorspringenden Schnabels bildet, wobei sich also der dem Schnabel angehörige Theil (der praenasale Knorpel) unter das Niveau der basicranialen Axe herabbiegt. Auf solche Weise ist eine längliche Interorbitalplatte (Fig. 58, *p.s*) mit einer kleinen, in der Vorderwand der Schädelhöhle nach oben vorspringenden Spitze und eine dreieckige Internasalplatte entstanden, deren Spitze nach unten und vorn gerichtet ist. Diese Internasalplatte differencirt sich rasch in drei Abschnitte, welche sich nach der Natur der mit ihrem obern und vordern Rande zusammenhängenden nasalen Auswüchse unterscheiden lassen. Vorn findet sich das klappenartige Alinasalgebilde *(al.n)*, welches das äussere Nasenloch beschützt, dahinter das Aliseptaldach in der eigentlichen Scheide-

wandregion, mit zarten sich einrollenden Auswüchsen, die nach unten und innen davon ausgehen, und schliesslich das Aliethmoiddach *(al.e)*, welches vom höchsten Theil der verticalen Platte auswächst, sich einrollt, um eine obere Muschel zu bilden, und überdies eine quere, vertical gestellte Scheidewand *(p.p)* zwischen der Nasenhöhle und der Augenhöhle entwickelt (die Antorbitalplatte).

Fig. 58.



Hühnerembryo vom siebenten Tage der Bebrütung. Seitenansicht des Schädels.

o.c Hinterhauptscondylus; *nc* Chorda dorsalis; *e.o* Exoccipitalabschnitt mit seinem Tympanicumflügel; *so* Supraoccipitalabschnitt; *h.s.c* horizontaler halbkreisförmiger Canal; *p.s.c* hinterer halbkreisförmiger Canal, beide durch den Knorpel durchscheinend; *a.s* Alisphenoidknorpel mit seinem äussern Wulst; *2* Foramen opticum; *p.s* Praesphenoidalabschnitt, unterhalb desselben das Interorbitalseptum; *pp* antorbitale Platte; *eth* Ethmoidregion; *al.e* Aliethmoidknorpel; *al.n* Alinasalknorpel; *pn* Praenasalknorpel; *pa* Palatin-, *pg* Pterygoidabschnitt; *q* Quadratum; *st* Stapes; *fr* Fenestra rotunda; *mk* Meckel'scher Knorpel; *ch* Ceratohyale; *bh* Basihyale; *b.br* Basibranchiale; *c.br* Ceratobranchiale; *e.br* Epibranchiale.

521. Der gebogene Stab im Maxillopalatinfortsatz *(pa, pg)* hat sich verlängert und reicht nun vom Vorderende des Quadratknorpels bis zur Mitte der Nasenscheidewand. Auf einem Querschnitt erscheinen diese Stäbe und die Verdickungen, in welchen sie liegen, als die Wände des gespaltenen Gaumens. Das Quadratum (Fig. 58, *q*) stellt jetzt einen scharf begrenzten dreizackigen Knorpel dar; sein vorderer innerer Fortsatz geht unter dem Trigeminus durch, ohne jedoch die Schädelwand zu erreichen. Der hintere äussere oder Ohrfortsatz bildet einen grossen Haken, der sich längs der Seite der Ohrmasse ausdehnt und derselben anlagert; er reicht bis zum exoccipitalen (Tympanicum-) Flügel, von welchem er noch theilweise überwölbt wird. Dieser Ohrfortsatz bedeckt seinerseits die Paukenhöhle und dem entsprechend

liegen die Fenestra ovalis und die Fenestra rotunda *(fr)* in dem nach unten und innen von jenem Fortsatz gelegenen Theil der Kapselwand. Der Condylus des Quadratums für den Unterkiefer sieht nach vorn und unten und trägt eine Furche, so dass er doppelt erscheint. Die Meckel'schen Stäbe *(mk)* sind lange, gebogene, vorn einander genäherte Knorpel, die sich soweit vorwärts erstrecken wie der Schnabel; hinten sind sie am dicksten, wo sie sich in zwei Fortsätze, den hintern und den innern Angularfortsatz, gabeln.

522. Ein kleines Knorpelstück (das Stapediale oder Columellare), welches ursprünglich continuirlich mit der Ohrkapsel zusammenhing, hat sich unterhalb des Ohrfortsatzes des Quadratums von derselben abgelöst; in Folge dessen füllt seine verbreiterte Basis ein ovales Fenster (Fenestra ovalis) aus, hinter und unter welchem dann in der Wandung der rudimentären Schnecke ein anderes membranöses Fenster (Fenestra rotunda) auftritt (Fig. 58, *st, fr*).

523. Die Geschichte dieses Elementes wurde vollständiger bei der Hausschwalbe *(Chelidon urbica)* beobachtet, wo sich nachweisen liess, dass das obere Ende anfänglich mit dem Ohrknorpel in Verbindung steht, dass das freie Ende aber sich zu einer fächerförmigen Extrastapedialplatte verbreitert, welche nach oben und unten spitz zuläuft: der obere Fortsatz stellt das rudimentäre Suprastapediale dar, während der untere mit einem zarten ligamentösen Abschnitt zusammenhängt, welcher nachträglich verknorpelt und zum Infrastapediale wird (s. Fig. 74). Vom untern Ende dieses Ligamentes läuft in rechtem Winkel nach hinten ein kleiner flacher länglicher Knorpel und dieser entspricht genau dem Stylohyale, welches Prof. Huxley beim jungen Krokodil beschrieben hat (siehe seine Abhandlung über die dem Ambos und Hammer homologen Gebilde, Proc. Zool. Soc.). Der verbreiterte extrastapediale Theil zeigt dieselbe Form, wie sie der genannte Autor von *Hatteria* beschrieb.

524. Das basale Hyoidstück und die Kiemenknorpel finden sich in gleicher Anzahl wie im letzten Stadium; sie sind aber fester und die seitlichen Hälften sind nach hinten gewendet.

525. Vergleichen wir den Schädel auf diesem Stadium mit seinem anfänglichen Zustand, so erkennen wir, dass ein erstaunlicher Fortschritt Platz gegriffen hat, welcher ihn von seiner elementaren Stufe zu einer höheren Ausbildung erhob, die sich vor Allem durch das

merkwürdige Interorbitalseptum charakterisirt. Der Schädel ist bereits unverkennbar Sauropsiden-artig, in mehreren Punkten sogar Strauss-artig. Der hintere Abschnitt der Schädelumhüllung schreitet dazu vor, den Hinterhauptsring zu bilden, der vordere hat bereits die wesentlichsten Umrisse nicht allein des interorbitalen Gerüstes, sondern auch des Schnabels entwickelt, welcher den Vogel auszeichnet. Der Praenasalknorpel ist ein sehr geeignetes Modell, nach welchem die Praemaxillaria jedes beliebigen Vogeltypus gebildet werden könnten; in der That geht bei keinem Vogel, die Form seines Gesichts möge welche immer sein, jemals der Typus des ersten Modells ganz verloren, wenn auch das ursprüngliche Gebilde in jedem Falle sehr früh einer Zerstörung anheimfällt. Der Gaumen ist gespalten wie bei den straussartigen Vögeln. Die gegenwärtige Articulation des Quadratums gleicht der, welche bei jenen fortbesteht. Ebenso stimmt der vorübergehende Zustand der Kiemenbogen in diesem Stadium mit ihrer Form bei den ausgewachsenen Struthioniden überein. Die Angularfortsätze des Kiefers aber deuten bereits den engeren Typus des Thieres an, denn dieselben zeigen eine ganz besondere Ausbildung bei der ganzen Gallo-Anserinen-Reihe und erreichen ihre merkwürdigste Form in der Gruppe der Tetraoninen.

Drittes Stadium: Embryonen von der Mitte der zweiten Bebrütungswoche, mit einem Kopf von acht bis neun Linien Länge.

526. Der Schädel hat einen bedeutenden Fortschritt gegen die vogelähnliche Form hin gemacht; in einigen Hinsichten lässt sich derselbe aber noch in diesem Stadium mit dem ausgewachsenen Schädel gewisser Knochenfische vergleichen, wo eine freie Ausbildung des knorpeligen Gerüstes stattfindet, welches verhältnissmässig wenig verknöchert, während die Parostosen, wenn auch zahlreich, so doch zart sind. Der Seehase *(Cyclopterus)* und der Lachs besitzen solche Schädel.

527. Wenn man die axialen Theile des Schädels einzeln herauspräparirt, so sieht man, dass sie sich sehr leicht in zwei Hauptregionen zerlegen lassen: eine grosse abgerundete hintere Ausbreitung von mehr als Halbkugelform und eine verlängerte, vertical zusammengedrückte Platte, welche zwischen den beiden Augenhöhlen und den beiden Riechorganen liegt und vorn durch mittelmässig grosse, zu den Nasensäcken gehörige

Anhangsknorpel flankirt wird. Die hintere Ausbreitung ist auffällig durch die sonderbare Art, wie die periotischen Massen zusammengedrückt und so gekrümmt sind, dass sie in die abgerundete Form des Schädels hineinpassen (s. Fig. 60). So kommt ein beträchtlicher Theil der Ohrmasse (der ganze Cochleartheil) im Schädelboden in eine stark medianwärts und nach vorn gerückte Lage zu liegen; der Abschnitt aber, welcher die Canäle enthält, ist stark comprimirt und schief nach hinten gezogen; in der Seitenwand steigt er ziemlich hoch hinauf, wo er nach hinten und aussen vortritt, um sich dem grossen Gehirn anzupassen, — so dass also sämmtliche halbkreisförmige Canäle bei Betrachtung des Schädels von hinten sichtbar werden.

528. Die Chorda hat sich relativ zurückgezogen und wird vom Pituitarkörper durch eine besondere Knorpelmasse getrennt; diese bildet die etwas erhobene hintere Sattellehne und der Knorpel neigt sich zu beiden Seiten derselben hinab. Der Schädelabschnitt der Chorda ist an zwei Stellen etwas eingeschnürt, wodurch er in drei ziemlich gleich lange Stücke zerfällt, von denen das vorderste cylindrisch, die beiden andern spindelförmig sind; das hinterste wird von einer knöchernen Scheide und am hintern Ende des Schädels von oben und unten her durch eine Knorpelbrücke umschlossen. Dies ist der einzige Punkt, wo die Parachordalknorpel sich bis jetzt vereinigt haben, hier aber umhüllen sie vollständig die Chorda und stellen den einfachen abgerundeten Hinterhauptscondylus dar, indem die beiden Vorsprünge, welche zuerst auftraten, zu einem einzigen verschmelzen. Vorn haben sich die Parachordalia in der That eher etwas von der Mittellinie entfernt und eine lanzettförmige Spalte zwischen sich gelassen, in welcher die Chorda liegt: es ist dies die hintere basicraniale Fontanelle (Fig. 62, *p.b.f*).

529. Der knorpelige Occipitalring ist vollständig, das Foramen magnum erscheint schief nach hinten gewendet (Fig. 59, *f.m*) und der Supraoccipitalabschnitt steht nahezu senkrecht; der letztere ist auch sowohl vorn als hinten in der Mittellinie etwas ausgerandet. Ein Paar dreieckiger Exoccipitalia *(e.o)* ist in der Verknöcherung begriffen; sie erstrecken sich vom Seitenrande und der Basis des Foramen magnum nach vorn bis zur Austrittstelle des Vagus. Der Exoccipitalabschnitt entsendet eine Knorpellamelle (den Tympanicumflügel des Exoccipitale) um die Seite und die Basis des hintern Theiles der Ohrkapsel herum. Dieser Flügel bildet die hintere Umgrenzung einer vorne unten in die periotische Masse eingesenkten Höhlung, welche

später zur Paukenhöhle wird (Fig. 59, *ty*); gegenwärtig wird sie noch von einem zarten flockigen Stroma erfüllt, das bald der Resorption unterliegt. Diese Höhlung besitzt blos erst ein schmales Dach (in Gestalt des Tegmen tympani oder des pterotischen Wulstes).

530. Medianwärts von dieser Paukenhöhle findet sich, vor derselben sich hinerstreckend, eine dicke abgerundete knorpelige Vorragung, welche sowohl nach innen in die Schädelhöhle als auch an der Unterseite derselben vorspringt und den fingerförmigen Cochlearfortsatz des Hohlraums des Ohres enthält (Fig. 62, *cl*). Diese Cochlearvorragungen liegen merkwürdig nahe der Medianlinie des Schädelbodens, unmittelbar zu beiden Seiten des mittleren Abschnittes der Chorda. Die gesammte periotische Kapsel bleibt bis dahin noch unverknöchert.

531. Der circumpituitare oder Basisphenoidabschnitt wird von einem nahezu kreisförmigen Pituitarloch durchbohrt, in welches der Pituitarkörper sich herabsenkt und durch welches zugleich die innern Carotiden in die Schädelhöhle eintreten. In der hintern Sattelgegend ist der axiale Knorpel sehr schmal, dann verbreitert er sich etwas nach aussen und nimmt in verticaler Richtung bedeutend zu; von dem circumpituitaren Knorpel aber springt vorn aussen ein gekrümmter Fortsatz oder eine Lingula von Knorpel vor, um sich eine kurze Strecke weit nach abwärts und nach hinten auszudehnen. Von der hintern Hälfte des Basisphenoidabschnittes erhebt sich eine ansehnliche lang gestreckte Alisphenoidlamelle (Fig. 59, *a.s*), welche zu beiden Seiten im Schädelboden nach aussen und hinten läuft und zugleich ein wenig in der Seitenwand des Schädels emporsteigt, um sodann an ihrem Ende mit der periotischen Masse zu verwachsen, jedoch nicht ohne dass ein länglicher Zwischenraum zwischen den beiden Stücken vom Knorpel unausgefüllt bliebe. Die der Schädelhöhle angehörige Fläche des Alisphenoids schliesst sich genau der concaven Krümmung des hintern Abschnitts des Craniums an (s. Fig. 62).

532. Im Knorpel der vordern seitlichen Umgrenzung der Pituitargrube findet sich ein Paar kleiner Verknöcherungsmittelpunkte; dieselben hängen jedoch unmittelbar mit der weiter unten zu erwähnenden parostotischen Verknöcherung des Rostrums zusammen. Dicht vor diesen basisphenoidalen Mittelpunkten, da wo die Verschmälerung des basicranialen Knorpels beginnt, um das Interorbitalseptum darzustellen, liegt ein Paar kleiner selbständiger Knorpelplatten, welche ähnlichen an den Pterygoidknochen entwickelten Knorpelstücken (wie in Fig. 59

angedeutet) Gelenkflächen darbieten. Das Interorbitalseptum zeigt nun eine bedeutend grössere Höhe und erhebt demgemäss den vordern Abschnitt des Gehirns auf ein höheres Niveau. Die praenasale Fortsetzung der Nasenscheidewand hat sich oben verdickt und unten beinah gerade gestreckt, obwohl sie am äussersten Ende immer noch ein wenig herabgekrümmt ist (Fig. 59, *pn*). Die Trabecularhörner haben sich im vordern untern Theil des Alinasalknorpels verloren.

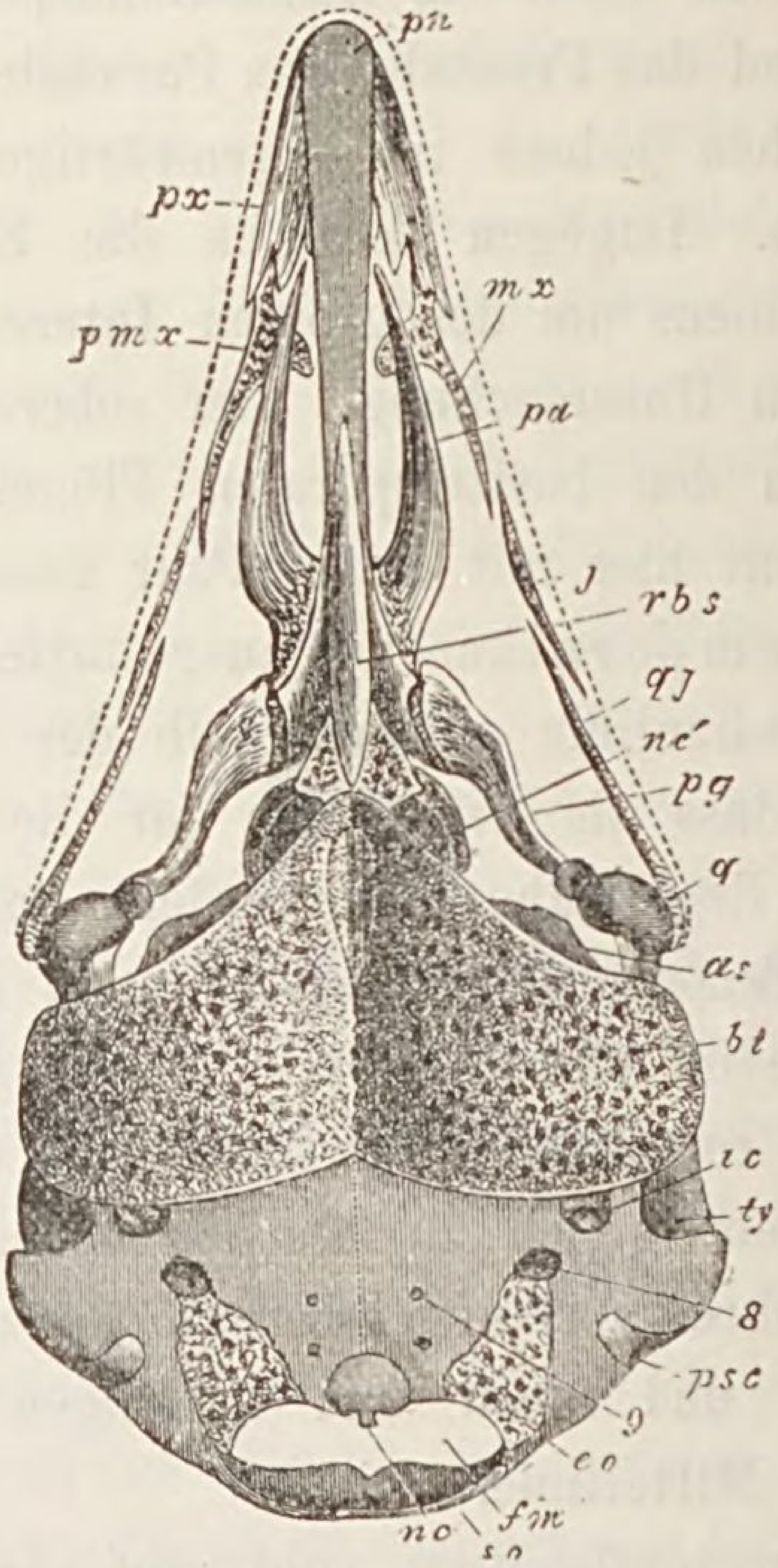
533. Schon sind das Frontale, das Parietale und das Nasale aufgetreten; sie brauchen jedoch im gegenwärtigen Stadium nicht beschrieben zu werden. Dagegen bedürfen die Knochen des Schädelbodens und des Gaumens um des grossen Interesses ihrer Geschichte willen einer genauern Untersuchung. Der subcraniale Abschnitt, welcher beim Frosch zu den basitemporalen Flügeln des Parasphenoids verknöcherte, erscheint hier mit einem Paar gesonderter und ziemlich umfänglicher Basitemporalknochen ausgestattet (Fig. 59, *bt*), welche sich fast von der Medianlinie an unterhalb der Cochlea soweit nach aussen erstrecken, dass sie den Boden für die Paukenhöhle liefern; ihre vordere Grenze liegt nahe dem vordern Rande des Alisphenoidknorpels. Diese Verknöcherungen entstehen in einem dicken Stroma von fibrösem Gewebe im hintern Abschnitt des Gaumens, und diese Matrix ist besonders reichlich in der Mittellinie entfaltet, wo sie sich nach vorn bis zu dem gleich zu beschreibenden Knochen erstreckt. Die eustachischen Röhren verlaufen oberhalb des vordern Randes dieser Knochen nach vorn und innen und vereinigen sich unterhalb der Pituitargrube in der Mittellinie.

534. Das Interorbitalseptum ruht auf einem rinnenartig ausgehöhlten, keilförmigen Knochenstabe auf *(r.b.s)*, welcher den vordern Theil des Parasphenoids beim Lachs, beim Axolotl und beim Frosch und dieses ganze Stück bei der Natter und der Eidechse repräsentirt. Bei den Vögeln erhält diese Verknöcherung den besondern Namen Rostrum; ihr Hinterende ist in der vordern Hälfte des Pituitarraumes beiderseits in das Perichondrium und den darüberliegenden Knorpel eingedrungen.

535. Die Praemaxillaria *(px)* werden als zwei Lamellen (eine nasale und eine palatale) angelegt, die sich mit ihren äussern Rändern vereinigen; oben stossen sie mit ihren Nasenfortsätzen beinah zusammen, obgleich der Praenasalknorpel vorne zwischen ihnen vorragt; unten liegen sie zur Seite desselben. An ihrem Hinterende sind

beide gegabelt, die äussere Spitze stellt den zahntragenden, die innere den Gaumenfortsatz dar. Von jedem Praemaxillare ziehen sich sodann längs des Randes der obern Kinnlade bis zum Quadratcondylus drei einander ziemlich ähnliche griffelförmige Parostosen, das Maxillare *(mx)*, das Jugale *(j)* und das Quadratojugale *(qj)*. Das

Fig. 59.



Hühnchenembryo von der Mitte der zweiten Bebrütungswoche. Untere Ansicht des Schädels nach Entfernung der Bogen.

nc Chorda dorsalis; *fm* Foramen magnum; *s.o* Supraoccipitalabschnitt; *9* Austrittstelle des Hypoglossus; *psc* hinterer halbkreisförmiger Canal; *8* Austrittstelle des Glossopharyngeus und Vagus; *ty* Paukenhöhle; *i.c* innere Carotis, welche über dem Basitemporalknochen verläuft; *a.s* Alisphenoidknorpel; *nc*¹ Chorda, im Umriss in der hintern basicranialen Fontanelle sichtbar; *p.n* Praenasalknorpel.

Knochen: *e.o* Exoccipitale; *bt* Basitemporale; *r.b.s* Rostrum, an dessen Hinterende zu beiden Seiten die basisphenoidalen Verknöcherungspunkte; *pa* Palatinum; *pg* Pterygoid; *px* Praemaxillare; *mx* Maxillare; *pmx* Maxillopalatinplatte des Maxillare; *j* Jugale; *qj* Quadratojugale; *q* Quadratum.

Maxillare entsendet von seinem vordern Drittel einen ohrförmigen Fortsatz über das Gaumenbein hinweg nach innen; dies ist der Maxillopalatinfortsatz *(pmx)*.

536. Die Gaumenbeine (Fig. 59, *pa*) sind flach und vorn zugespitzt, wo sie zwischen die Gaumenfortsätze der Praemaxillaria und den Praenasalknorpel sich einschieben; hinten sind sie ganz abgeplattet und beschreiben einen schwachen, nach aussen ragenden Bogen, so dass ein Paar langer schmaler Palatonasallücken zwischen ihnen und der Nasenscheidewand und dem Rostrum übrig bleibt. Hinten legen sie sich breit an das Rostrum an, wenden sich aber wieder etwas nach aussen und endigen zugespitzt, wo sie mit den Pterygoidea in Gelenkverbindung treten. Diese letzteren *(pg)* sind S-förmige Keulen, vorne, wo sie mit der Schädelaxe und den Spitzen der Palatina articuliren, stark abgeplattet, hinten dagegen nahezu cylindrisch, und hier articuliren sie vermittelst einer flachen Pfanne mit einem kleinen Vorsprung des Quadratknorpels dicht über dessen grossem Condylus. Die Gelenkverbindung des Pterygoids mit der Basis cranii wird durch eine dazwischen geschobene selbständige Knorpelplatte vermittelt, welche gegen die früher schon (§ 532) erwähnte basipterygoidale Schädelplatte spielt. Das Gewebe, in welchem die Palatina und Pterygoidea entstehen, wird nicht zu wirklichem Hyalinknorpel, bevor es zur Verknöcherung gelangt, trotzdem es sich diesem Zustand sehr rasch nähert; es kann aber bei den verschiedenen Vögeln in den einzelnen Theilen dieser Gebilde bald mehr bald weniger Knorpel auftreten.

537. Der aufsteigende Theil des Quadratknorpels wird von einer ektostotischen Scheide *(q)* umhüllt und der Unterkiefer bedeckt sich mit seinen Knochensplittern, dem Dentale, Spleniale, Supraangulare und Angulare (Fig. 63, S. 237); ein Coronoid aber ist nicht vorhanden. Der Stapes oder die Columella ist vollständig ausgebildet, aber noch nicht verknöchert. Die beiden kleinen Ceratohyalia haben sich längs des grössten Theils ihrer Ausdehnung vereinigt und stellen nun einen schmalen, einer Pfeilspitze ähnlichen Zungenknorpel dar. Schaftförmige Knochen treten an den Ceratobranchialia auf.

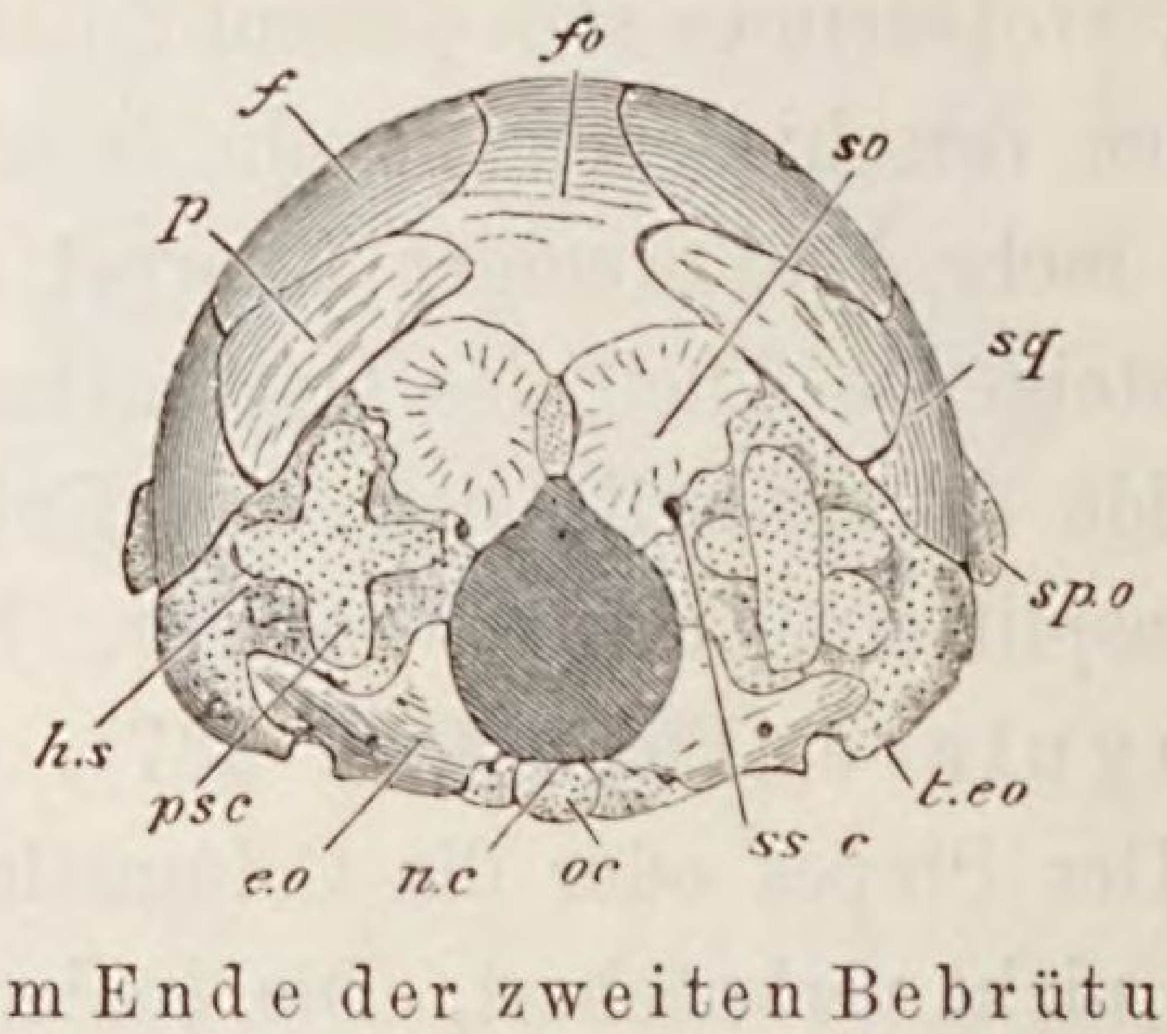
538. Dieses Stadium charakterisirt sich durch die vollständigere Ausgestaltung der Hinterhauptsregion und die starke Entwickelung der nasalen Theile. Von grossem Interesse ist die Einschnürung der Chorda und die ihren hintern Abschnitt umschliessende Verknöcherung. Die Paukenhöhle ist deutlich angelegt und die eustachischen Röhren erhalten ihre eigenthümliche Lage über einem besonderen Knochenpaar, den Basitemporalia. Die Entstehung dieser Knochen sowie des

Rostrums verdient ganz vorzüglich unsere Aufmerksamkeit. Von ektostotischen Verknöcherungspunkten sind nur erst wenige aufgetreten: die Exoccipitalia, Basisphenoidea, Quadrata und Ceratobranchialia. Im Schädeldach, im Gaumen und an den Kinnladen findet man bereits die wichtigsten Hautknochen, der Vomer aber ist noch nicht zum Vorschein gekommen.

Viertes Stadium: Hühnchenembryo vom Ende der zweiten und dem Anfang der dritten Bebrütungswoche, mit einem Kopf von ungefähr 1 Zoll Länge.

539. Das Chondrocranium verknöchert ausserordentlich rasch, wobei jedoch seine allgemeine Form im Wesentlichen dieselbe bleibt. Die Chordaverknöcherung hat sich beiderseits in den Parachordalknorpel hinaus erstreckt, der Condylus aber ist noch unverknöchert geblieben. Der Basioccipitalknochen, welcher auf diese Weise entsteht, ist in der Mitte am breitesten und ragt auch längs der Chordalinie am weitesten nach

Fig. 60.



Hühnchenembryo vom Ende der zweiten Bebrütungswoche. Hintere Ansicht des Craniums.

o.c Hinterhaupts-Condylus; *n.c* deutet die oberflächliche Lagerung des Chordaüberrestes an; *p.s.c* hinterer halbkreisförmiger Canal; *h.s* horizontaler halbkreisförmiger Canal; *t.eo* Tympanicumflügel des Exoccipitalknorpels; *sp.o* Sphenoticumfortsatz; *fo* supracraniale Fontanelle.

Knochen: *e.o* Exoccipitale; *s.o* Supraoccipitale; *sq* Squamosum; *f* Frontale; *p* Parietale.

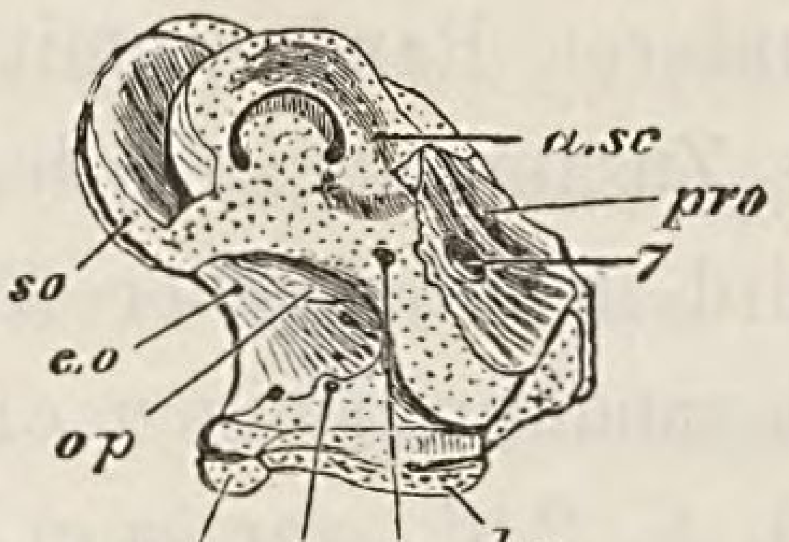
oben empor (Fig. 62, *b.o*). Die hintere basicraniale Fontanelle *(p.b.f)* ist zu einer weiten Lücke zwischen der Sattellehne und dem Basioccipitale geworden. Die Exoccipitalia *(e.o)* haben an Grösse zugenommen und besitzen in ihrem Tympanicumflügel einen nach aussen gerichteten Fortsatz. Ausserdem sind noch paarige Supraoccipi-

talia (Fig. 60, *s.o*) aufgetreten, welche den grössten Theil des Knorpels oberhalb des Foramen magnum zur Verknöcherung bringen.

540. Der vordere Theil des Ohrknorpels verknöchert in der Region der Schnecke und unterhalb des vordern Canals zum Prooticum (Fig. 61, *pr.o*) und wird vom Gehörnerv durchbohrt. Die äussere und hintere Ansicht der vielfach verschobenen Ohrmasse zeigt nichts als Knorpel, jedoch ist ein kleiner knöcherner Keil als Opisthoticum *(op)* in der Kante der Kapsel zunächst dem Exoccipitale aufgetreten. Bereits steht das Supraoccipitale im Begriff, den Knorpel rings um den hinteren Theil des vorderen Canals zur Verknöcherung zu bringen, und das Exoccipitale schickt sich an, den hinteren Canal von unten her zu umhüllen.

541. Das Rostrum, die basisphenoidale Verknöcherung, welche mit demselben zusammenhängt, und die Basitemporalia werden allmählich zu einem einzigen Knochen und überdies mit einem anderen ansehnlichen Paar knöcherner Gebilde (den Praetemporalflügeln) verbunden, die sich in einem auf den früher erwähnten Lingulae abgelagerten Stroma entwickelt haben (§ 531) und sich nach aussen und hinten bis zum obern Ende des Quadratums längs des vordern Randes des Basitemporale erstrecken (Fig. 65, p. 242, *p.t.p*). Die jetzt sich vereinigenden Basitemporalia schliessen zwischen sich und dem Schädel-

Fig. 61.



Hühnchenembryo vom Ende der zweiten Bebrütungswoche. Innere Ansicht des hintern Theiles des Craniums, nach medianer Durchschneidung des Basilar- und Supraoccipitalabschnitts.

o.c Hinterhaupts-Condylus; *b.o* Basioccipitale; *pr.o* Prooticum; *a.sc* vorderer halbkreisförmiger Canal; *s.o* Supraoccipitale; *op* Opisthoticum; *e.o* Exoccipitale; *7* Austrittstelle des Facialis, *8* des Glossopharyngeus und Vagus, *9* des Hypoglossus.

boden einen Raum ein, in welchem die eustachische Röhre und die Carotis jederseits nach vorn und innen verlaufen. Die Praetemporalflügel und die basitemporale Platten stossen unter einem spitzen Winkel zusammen und fassen vorn eine ansehnliche Höhlung ein, welche

mit der Paukenhöhle in Zusammenhang steht; es ist dies der vordere Recessus tympanicus.

542. Die eigentliche Basisphenoidverknöcherung hat sich in Form eines Ringes um den Pituitarraum herum (Fig. 62) und in die Sattellehne und den Rand der hinteren Fontanelle hinein ausgedehnt. Der Alisphenoidknorpel (Fig. 62, *as*) ist in seinen Beziehungen complicirt geworden, indem er sich mit dem vordern Theile der Ohrmasse oben und unten vereinigte (zwischen ihnen tritt der Hauptheil des Trigeminus durch); auch hängt er vermittelst seiner Basis unmittelbar mit der hinteren Sattellehne und der Seite der Pituitarregion zusammen. Er besitzt einen äusseren und hinteren Sphenoticumfortsatz *(sp.o)* und ist erheblich nach vorn gekrümmt. Eine membranöse Fontanelle *(a.s.f)* entsteht in seiner Mitte und sowohl vor als hinter derselben treten dann selbständige Verknöcherungspunkte im Knorpel auf. Diese vereinigen sich später, um einen einzigen Alisphenoidknochen zu bilden.

543. Der übrige Theil des Chondrocraniums vor dem Pituitarkörper ist noch unverknöchert. Der vordere Abschnitt des Gehirns ruht seitlich auf Membranen auf und wird durch Membran- und Hautknochen bedeckt (s. Fig. 63, p. 237); median wird dasselbe durch das emporragende knorpelige Interorbitalseptum gestützt, welches eine convexe obere Kante und einen concaven hinteren Rand besitzt, zu dessen beiden Seiten die Sehnerven von einander gehen. Das Septum hat einen etwas verdickten unteren Rand, womit es auf dem Rostrum aufruht. Der unmittelbare Zusammenhang des Interorbitalseptums mit der Nasenscheidewand wird in erheblicher Ausdehnung durch die Entwickelung einer verticalen sanduhrförmigen craniofacialen Fenestra unterbrochen (s. Fig. 66, S. 246, vor *m.e*), welche in dem Knorpel dicht vor dem Ende des Parasphenoidal-Rostrums auftritt. An derselben Stelle erweitert sich der Knorpel an der Basis zu einer ovalen Platte, welche ungefähr der ursprünglichen Breite der mit einander verwachsenen Trabeculae entspricht.

544. Eine andere Fenestra von grossem Interesse findet sich im hinteren und oberen Abschnitt des Interorbitalseptums. Dieselbe ist eben so gross wie die vorher erwähnte und mag als Interorbital-Fenestra bezeichnet werden. Ihr hinteres Ende kommt sehr nahe an die Grenze des Knorpels zu liegen (Fig. 63, *i.o.f*). Noch muss aber einer anderen Erscheinung von besonderer Wichtigkeit gedacht werden: der mediane

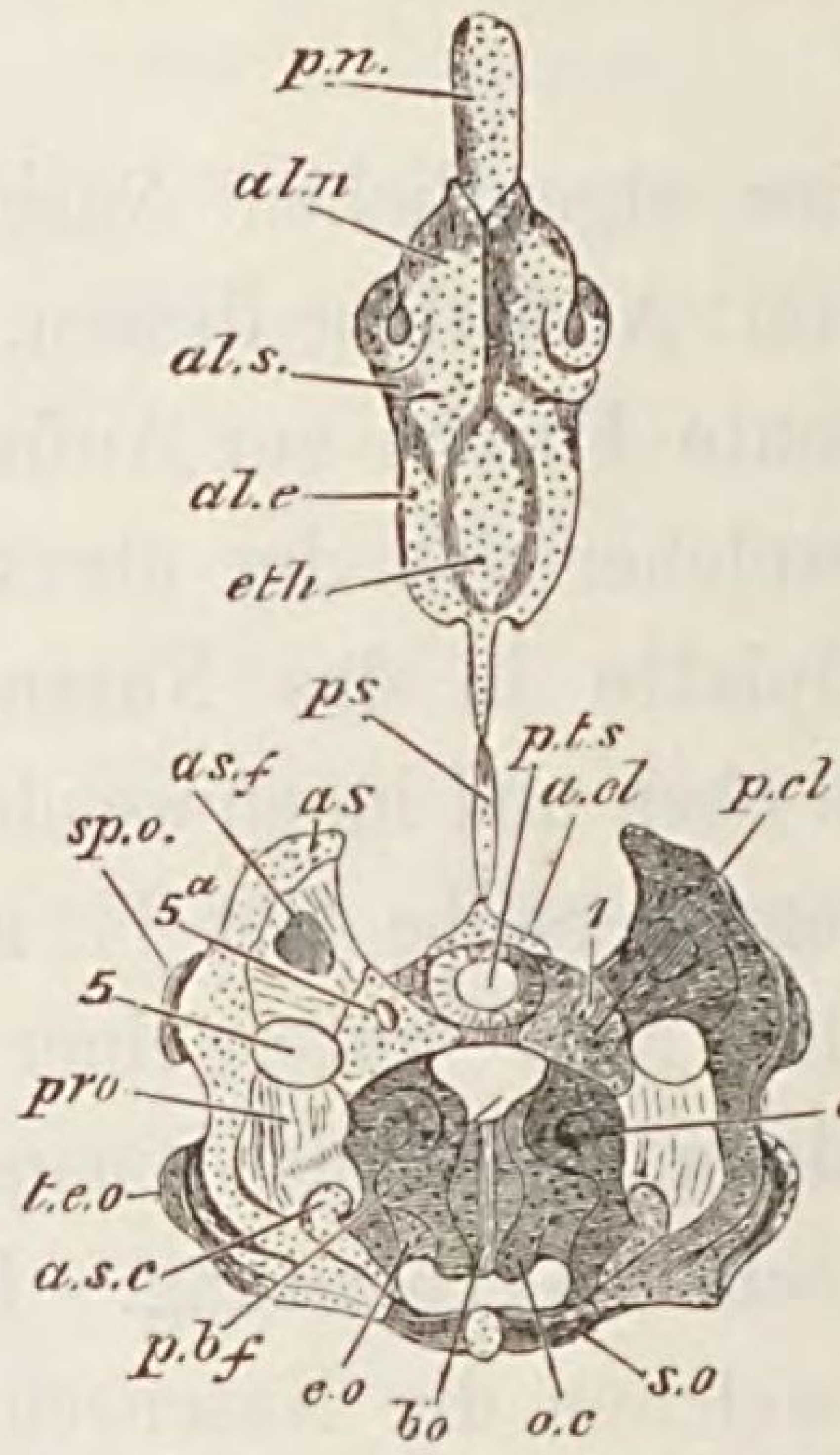
Knorpel entsendet am äussersten Vorderende der Gehirnhöhlung nach hinten und oben eine scharfe Spitze in das Dach derselben empor, als einzigen Repräsentanten des den Fischen zukommenden Tegmen cranii beim Vogel. Dicht unterhalb desselben treten die Riechnerven heraus.

545. Hinsichtlich der eigentlichen Nasenscheidewand ist nichts Besonderes zu bemerken, mit Ausnahme dessen, dass sie vor der craniofacialen Fenestra eine seichte Furche zur Aufnahme eines Zweiges des Orbitonasalnerven zeigt, welcher von der obern Wand der Augenhöhle über die laterale Ethmoidplatte in das Nasendach verläuft und sich dann vor der Fenestra nach oben und innen wendet und dabei die Scheidewand etwas aushöhlt. Wenn derselbe fast bis an den Fuss der Scheidewand gelangt ist, tritt der Nerv unter einer kleinen Knorpelbrücke durch und wendet sich dann längs der Basis der Scheidewand nach vorn zu seiner peripherischen Verbreitung. Der beinah cylindrische Praenasalknorpel, gegen welchen die Nasenscheidewand abfällt, steht auf dem Höhepunkt seiner relativen Entwickelung (Fig. 62, *p.n*).

546. Die Spitzen der Ethmoidal- und der Nasenscheidewand stehen beiderseits mit verschiedenen Auswüchsen in Verbindung, die über die einzelnen Abschnitte des Labyrinths sich hinüber wölben und in dasselbe hineinragen. Das Nasendach ist zu beiden Seiten in seiner ganzen Länge vollständig (Fig. 62), allein die davon auswachsende Seitenwandung zeigt an einzelnen Stellen Lücken, welche die obere Nasenmuschel oder die eigentliche Concha (ethmoidalis) superior und die untere Muschel oder die Concha inferior der menschlichen Anatomie von aussen sichtbar werden lassen. Eine „mittlere Nasenmuschel“ findet sich nicht. Die laterale Ethmoidregion liefert eine grosse, verticale, ungefähr quadratische Antorbitalplatte, welche die Augenhöhle von der Nasenhöhle trennt. Die Vertheilung des Riechnerven geschieht über eine sackförmige Einstülpung des Aliethmoiddaches hinweg, welche hinten mit der Antorbitalwand in Verbindung steht. Die untere Muschel ist mit dem hinteren unteren Winkel derselben Wand vereinigt, erhebt sich aber über dieselbe. Weiter vorne in der Alinasalregion treffen wir eine sonderbar aufgebauchte Wand mit einer Alinasalmuschel, die vom Dach herunterhängt und entsprechend den Krümmungen der Wandung gebogen ist. Die Nasenöffnung im Knorpel ist ein länglicher Einschnitt, der nach hinten und oben sich erstreckt und hinten abgerundet ist, während der Alinasal-

knorpel rings um denselben überall eingefaltet erscheint und in die Alinasalmuschel übergeht (s. Fig. 69—71, S. 248).

Fig. 62.



Hühnchenembryo vom Ende der zweiten Bebrütungswoche. Obere Ansicht des Schädels, nach Entfernung des Gehirns und der Parostosen.

o.c Hinterhaupts-Condylus; *a.s.c* vorderer halbkreisförmiger Canal; *t.e.o* Tympanicumflügel des Exoccipitale; *cl* Schnecke (Cochlea); *p.b.f* hintere basicraniale Fontanelle; *pt.s* Pituitarraum; *a.cl* vorderer Sattelwulst; *p.cl* hinterer Sattelwulst, äusserer Theil; *5* Austrittstelle des Trigeminus, *5a* des Orbitonasalastes desselben; *as.f* Alisphenoid-Fenestra; *sp.o* Sphenoticumfortsatz; *p.s* Praesphenoidregion oder obere Spitze des Interorbitalseptums, dessen bedeutende Höhe nicht sichtbar ist; *eth* Ethmoidalregion; *al.e* Aliethmoidknorpel; *al.s* Aliseptalknorpel; *al.n* Alinasalknorpel; *p.n* Praenasalknorpel.

Knochen: *b.o* Basioccipitale; *e.o* Exoccipitale; *s.o* Supraoccipitale; *pr.o* Prooticum; *a.s* Alisphenoid; rings um den Pituitarraum *(pt.s)*: Basisphenoid.

547. Die Schädelhöhlung ist nun theilweise von oben durch Hautknochen verschlossen, doch sind dieselben im Wesentlichen seitlich gelagert und lassen eine grosse Fontanelle offen. Die Parietalia (Fig. 60) liegen unmittelbar vor den Ohrkapseln und den beiden Hälften der Supraoccipitalia. Sie breiten sich unten aus, wo sie von den Squamosa überdeckt werden, und erscheinen oben etwas schmäler. Die Squamosa *(sq)* stellen breite viereckige Platten dar, welche den unteren Theil des Parietale und des Frontale überlagern und bis zum Postfrontale oder dem Sphenoticumfortsatz des Alisphenoids und zur Spitze des Quadratums herabreichen. Die Frontalia *(f)* sind dünne hohle Knochenschalen, die einen grossen Theil des Scheitels am Kopf bedecken. Sie

krümmen sich längs des obern Randes der Augenhöhle plötzlich nach innen und bilden in Folge dessen jederseits eine ansehnliche Orbitalplatte, lassen jedoch zwischen derselben und dem Interorbitalseptum eine grosse membranöse Lücke übrig (Fig. 64). Vorn über der Ethmoidregion spitzen sie sich scharf zu.

548. Die Nasalia sind flache schmale Platten, welche hinten auf den Frontalia und auf der Aliseptalregion des Nasenknorpels aufliegen. Vorn gabeln sie sich hinter der Alinasalregion und entsenden einen obern Fortsatz längs des Nasenfortsatzes des Praemaxillare und einen unteren gegen das Maxillare hinab (Fig. 64, *na*). An der Aussenseite des hinteren Theiles liegt eine ziemlich breite Supraorbitalverknöcherung (Fig. 64, *lch*) mit einem nach unten gerichteten, nicht durchbohrten Sporn, welcher die Gegend des Lacrymale einnimmt und dem äusseren Rand der Antorbitalplatte angefügt ist.

549. Die Praemaxillaria und die übrigen Knochen der obern Kinnlade und des Gaumens, ebenso auch das Quadratum und der Unterkiefer sind in der Entwickelung weiter vorgeschritten, indem sie namentlich an Festigkeit gewonnen und die bereits beschriebenen Beziehungen vervollständigt haben. Ein neuer Knochen ist im Gaumen aufgetreten, nämlich der Vomer (Fig. 65, S. 242, *v*), welcher jedoch nur einen kleinen Griffel darstellt, der unter der Nasenscheidewand hinter den Spitzen der Maxillopalatinfortsätze der Maxillaria liegt.

550. In mancher Hinsicht wird sich ein geschickter Beobachter durch den Schädel in dieser Periode an Verhältnisse erinnert finden, die er bei den *Tinaminea* gefunden hat. Die Knorpelknochen haben an Zahl zugenommen. Wir finden nun paarige Supraoccipitalia, Prootica, Opisthotica und Alisphenoidea. Die merkwürdige Weise, wie die Basis des Craniums zusammengesetzt ist, wird nicht verfehlen, die Aufmerksamkeit auf sich zu ziehen, und die Fenestrabildung im Orbitonasalseptum ist kaum von geringerem Interesse. Die Knorpel des Nasenlabyrinths sind nun, was ihre wichtigsten Umrisse betrifft, bereits vorgebildet. Die Supraorbital- und die Vomerverknöcherung sind die wesentlichsten neuen Bildungen von Hautknochen.

Fünftes Stadium: Hühnchen ungefähr vom zweiten Tag nach dem Ausschlüpfen.

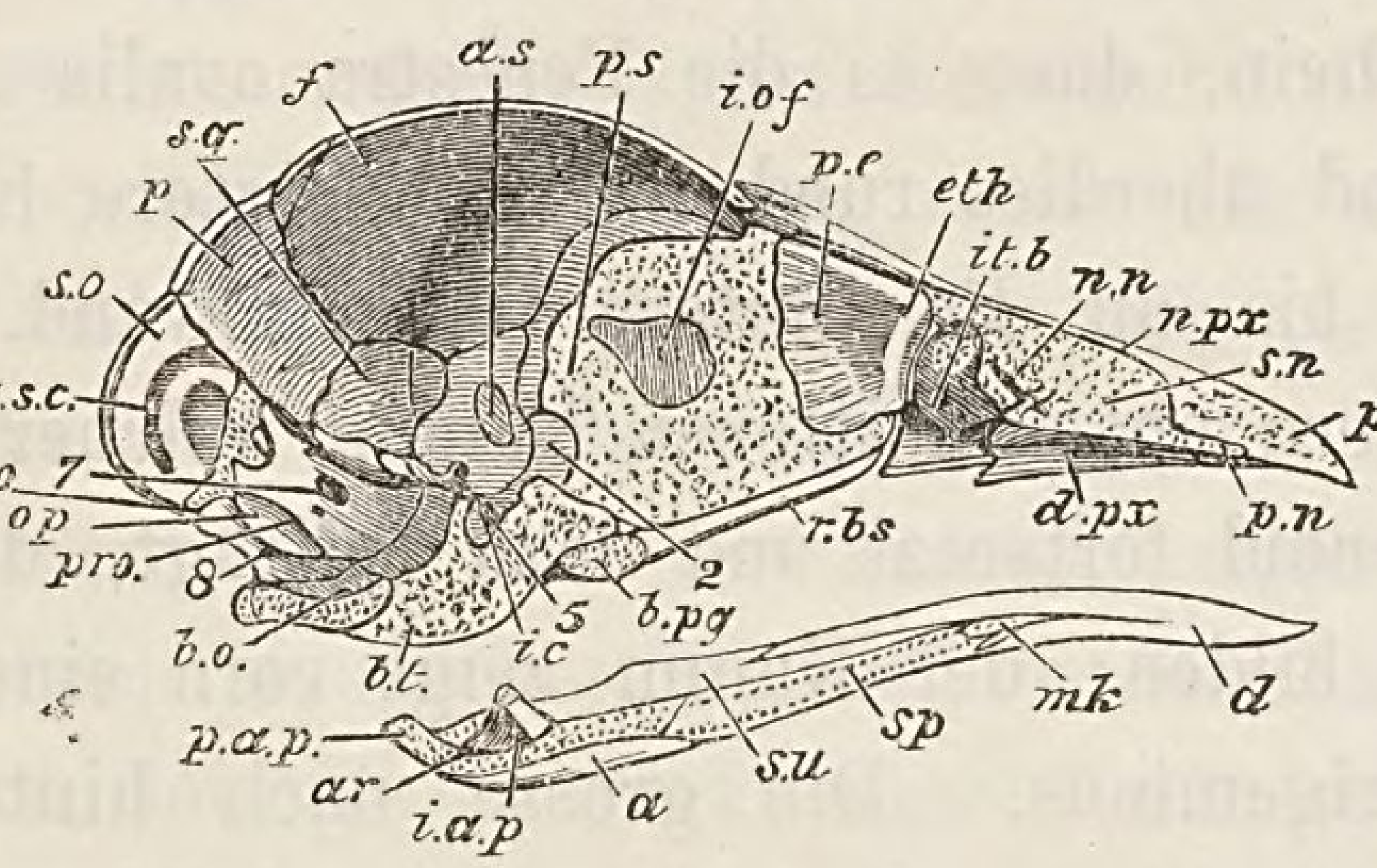
551. Der Schädel des reifen Küchleins ist in mancher Hinsicht interessant und es ist sehr förderlich, ihn mit dem Schädel der Fische, der Reptilien und der noch unausgebildeten Säugethiere zu vergleichen. Im Allgemeinen betrachtet nähert er sich ausserordentlich mehr den nächsten Verwandten des typischen Huhns als derjenige des ausgewachsenen Vogels. Ja die Zeichnungen von dieser Form können mit sehr geringen Modificationen als Darstellungen dienen, um den Bau des Schädels bei jedem beliebigen Vogel, der über den *Struthionidae* steht, zu illustriren. Mit den *Aves praecoces* (Nestflüchtern) verglichen, ist der Schädel sehr dem ihrigen auf derselben Stufe ähnlich, er entspricht aber demjenigen der Nestlinge der *Aves altrices* (Nesthocker) von ungefähr dem Ende der ersten Woche nach dem Ausschlüpfen.

552. Der Verlauf einer Woche hat genügt, um an den knorpeligen und fibrösen Abschnitten sehr grosse Veränderungen hervorzubringen, und es ist jetzt der beste Zeitpunkt, um die wirkliche Form vieler der knöchernen Gebilde zu erfassen, obgleich einige derselben bereits ihre Selbständigkeit verloren haben, während andere noch gar nicht aufgetreten sind. Die ektostotischen Stücke haben Endostosen in dem Knorpel hervorgerufen, welcher zwischen ihren inneren und äusseren Platten übrig geblieben war, so dass sie nun sowohl von innen als von dem sie unmittelbar bedeckenden (perichondrialen) fibrösen Gewebe her zunehmen. Mit Ausnahme der früh zusammengelötheten parasphenoidalen Elemente sind die parostotischen Stücke oder Splintknochen noch sämmtlich frei von jeder Vereinigung mit den endoskeletalen Theilen, mögen dieselben knöchern oder knorpelig sein. Der Hyalinknorpel, welcher die Zwischenräume und die Endigungen der endostotischen Platten bedeckt, ist in Folge massenhaften Auftretens der käseartigen Intercellularsubstanz fest geworden; er ist, wo er eine mittlere Dicke hat, nur halb durchscheinend und zeigt grösstentheils eine Lilafarbe. Die Splintknochen sind immer noch fibrös, beginnen aber glatt zu werden in Folge der gleichzeitigen Verknöcherung ganzer aponeurotischer Schichten. In Correlation mit diesem exogenen Wachsthum steht die Erscheinung, dass die erste Ablagerung von Knochensubstanz an vielen Stellen wieder resorbirt wird, so dass Diploë ent-

steht. Dieser Process ist am weitesten im Basitemporale und im Squamosum vorgeschritten.

553. Die umfängliche Fläche des Hinterhaupts, die oben nach hinten hin anschwillt, ist in bedeutendem Umfange verknöchert, obgleich immer noch ansehnliche knorpelige Theile übrig bleiben. Das Basioccipitale erstreckt sich in den Hinterhauptscondylus hinein und wird vorne wesentlich durch die Basitemporalplatte unterlagert (Fig. 63). Die Exoccipitalia verknöchern die untere Hälfte der Seiten des Foramen magnum. Sie sind von sehr unregelmässiger Gestalt und erstrecken sich weit in den Ohrknorpel hinein; vom Vagus und Hypoglossus werden sie durchbohrt. Die supraoccipitalen Verknöcherungspunkte sind beinah vollständig unter einander verschmolzen, so dass sie nun einen

Fig. 63.



Hühnchen vom zweiten Tage nach dem Ausschlüpfen; medianer Längsschnitt des Schädels, nach Entfernung des Gehirns.

a.s.c vorderer halbkreisförmiger Canal im Supraoccipitalknochen; *i.c* Foramen für die innere Carotide; *b.pg* Basipterygoidfortsatz; *p.s* Praesphenoidregion; *i.o.f* Interorbitalfenestra; *i.t.b* untere Muschel; *n.n* Nasalnerv, welcher nach unten und vorn verläuft; *s.n* Nasenscheidewand; *p.n* Praenasalknorpel; *2* Austrittstelle des Sehnerven, *5* des Trigeminus, *7* des Facialis, *8* des Glossopharyngeus und Vagus; *mk* Meckel'scher Knorpel, welcher auch im Umriss unter dem Splenialknochen angedeutet ist; *p.a.p* hinterer Angularfortsatz.

Knochen: *b.o* Basioccipitale; *e.o* Exoccipitale; *s.o* Supraoccipitale; *op* Opisthoticum; *pr.o* Prooticum; *b.t* Basitemporale, mit dem Basisphenoid verbunden; *r.b.s* Rostrum; *p* Parietale; *sq* Squamosum; *f* Frontale; *a.s* Alisphenoid; *eth* Ethmoid; *p.e* Mesethmoid; *px* Praemaxillare; *n.px* dessen Nasalfortsatz; *d.px* dessen Gaumenplatte; *ar* Articulare; *i.a.p* dessen innerer Angularfortsatz; *a* Angulare; *su* Supraangulare; *sp* Spleniale; *d* Dentale.

grossen, die obere Hälfte des Foramen magnum begrenzenden Knochen darstellen. Letzteres erscheint oben zugespitzt, oberhalb ist der Rand des Knochens gleich einem Fächer gebogen und stösst an die Parietalia.

554. Betrachten wir die innere Fläche der Schädelhöhle, so zeigt sich sofort, dass beinah der ganze Bogen des vordern halbkreisförmigen Canals *(a.s.c)* im Supraoccipitale liegt *(s.o)*, welches eine obere hintere Lage bekommen hat, in Folge der Verlagerung der ganzen Ohrkapsel nach hinten. Nahezu der ganze hintere Canal und ein Theil des horizontalen liegen im Exoccipitale.

555. Unter und vor dem Supraoccipitale verknöchert das Prooticum *(pr.o)* den grössten Theil des Überrestes der Ohrmasse; allein es findet sich hier noch ein kleines Epioticum, welches dem Prooticum im vordern Abschnitt des Recessus für den Flocculus angefügt ist. Zwischen dem Prooticum und dem Exoccipitale liegt ein Knochenkeil, das Opisthoticum, das nur von innen sichtbar ist *(op)*; der Vagus *(8)* tritt in sein Foramen zwischen diesem und dem Exoccipitale ein. In der äusseren Ansicht des Schädels kommt das Opisthoticum derart zum Vorschein, dass es die Fenestra ovalis von der Fenestra rotunda trennt und überdies rund um die letztere herumwächst. Es reicht aber nicht bis an die hintere Occipitalwand. Das Prooticum besitzt einen vordern abgeschnittenen Kamm, welcher sich bis auf das Basi- und Alisphenoid fortsetzt und dazu beiträgt, die Unterlage für das Mittelhirn zu bilden; der Kamm zeigt vorn einen Einschnitt zur Aufnahme des Trigeminus. Die grosse nach hinten vorspringende Platte des Prooticums wird ungefähr in der Mitte vom Facialis und vom Gehörnerven durchbohrt *(7)*.

556. Unmittelbar vor dem Basioccipitale und ebenso weit vorn, wie das Rostrum des Schädelbodens sich erstreckt, liegt eine dicke Knochenmasse, denn die verschmolzenen Basitemporalia haben sich mit den ausgebreiteten Praetemporalflügeln vereinigt, und ein Querschnitt zeigt, dass sie mit ihrer Diploë untereinander zusammenhängen (Fig. 63, *b.t*). Die Basitemporalplatte bietet hinten ein paar grössere Convexitäten dar und ihr vorderes sehr verschmälertes Ende trägt einen Einschnitt unterhalb der eustachischen Röhren, welche, wie schon oben beschrieben wurde (§ 541, S. 231), durch ihre Substanz hindurch nach vorn verlaufen. Unmittelbar vor dieser Gegend finden sich die beiden ovalen knorpeligen Basipterygoidgelenkplatten, die an den beiden Seiten des Basisphenoids nach aussen und unten sehen, welches letztere jederseits einen kurz gestielten Vorsprung besitzt, um dieselben zu tragen. Das Alisphenoid *(a.s)*, welches aus zwei Verknöcherungspunkten entstand, ist nun ein einziger Knochen auf jeder Seite, getrennt vom

Basisphenoid und immer noch mit seiner Fenestra versehen. Es liefert die schwach vorgewölbte Wand des unteren Theils der Hinterseite der Augenhöhle und besitzt eine nahezu quere Lagerung. Hinten legt es sich dem Prooticum an und seine obere Fläche articulirt mit der grossen Orbitalplatte des Frontale.

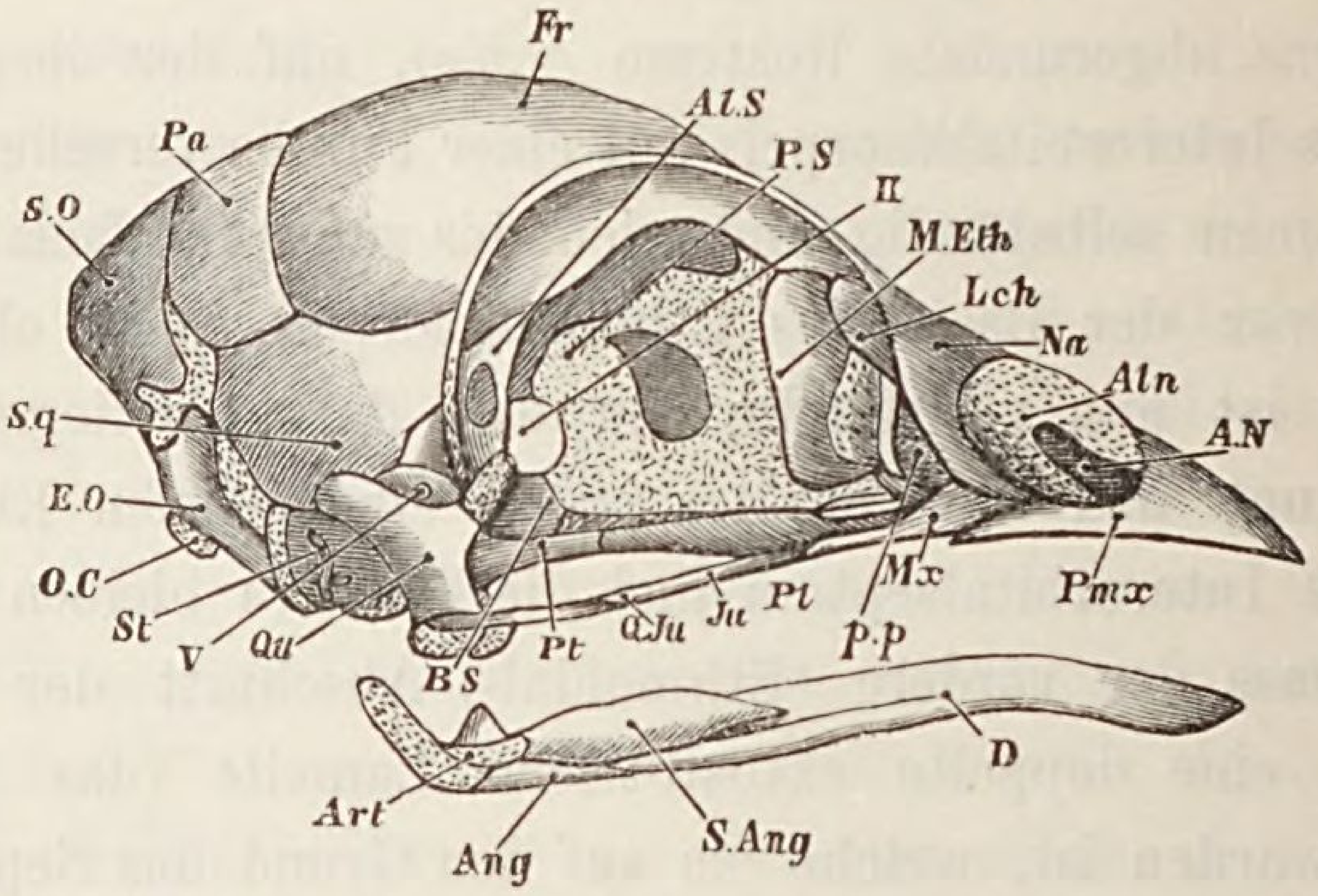
557. Das abgerundete Rostrum *(r.b.s)*, auf der obern Seite zur Aufnahme des Interorbitalknorpels mit einer Furche versehen, ist immer noch vollkommen selbständig und reicht bis zur craniofacialen Fenestra, wo es sich vor der Basis des Ethmoidknorpels nach oben krümmt. Der letztere ist nun vollständig von dem darunter liegenden Nasenseptum getrennt und die Fenestra ist zu einem tiefen Einschnitt geworden. Das Interorbitalseptum und die Fenestra bleiben ähnlich wie zuvor, nur dass der vordere (Ethmoidal-) Abschnitt der senkrechten Platte durch eine doppelte ektostotische Lamelle (das Mesethmoid) verknöchert worden ist, welche bis auf den Grund des Septums herabreicht. Dieser Knochen *(p.e)* ist vorn, wo er den craniofacialen Einschnitt begrenzt, und an seiner obern Ecke dick und fest; hinten erreicht er nicht ganz die Interorbitalfenestra.

558. Vom obern Rand des Mesethmoids krümmt sich der Knorpel seitlich und nach innen herab, um die bauchige obere Muschel zu bilden; die Antorbitalplatte zeigt keine Veränderung. Die Nasenscheidewand besitzt einen hinteren eckigen Rand, welcher durch eine ansehnliche Entfernung vom vorderen Ende des Mesethmoids getrennt ist; oben dagegen trifft man continuirlichen Knorpel, welcher einen dauernden Isthmus bildet. Die Scheidewand senkt sich vorn unten in den Praenasalknorpel *(p.n)* herab, welcher während der letzten drei Tage bis auf ein Fünftel seines früheren Umfangs und auf die Hälfte seiner Länge reducirt worden ist. Dieser Zustand dauert dann aber ungefähr bis zur Mitte des ersten Winters fort. Die Nasenscheidewand und die Muschel sind noch unverknöchert.

559. Die Knochen des Daches und der Wandung des Schädels, die Frontalia und die Parietalia haben ausserordentlich rasch zugenommen und den grössten Theil der grossen obern Fontanelle zum Verschluss gebracht. Die Parietalia (Fig. 64, *Pa*) sind schmale quer gelagerte längliche Platten, welche genau an den hinteren Rand der Frontalia (welche sie theilweise überdecken) und an den vorderen Rand der Supraoccipitalia sich anschliessen. Die Parietalia werden unten von einem Paar Knochen begleitet, welche grösser als sie selbst sind,

aber von unregelmässiger Gestalt, den Squamosa *(Sq)*. Mehr als die Hälfte des Squamosums kann an der inneren Fläche der Schädelhöhle gesehen werden, zwischen dem schiefen unteren Rand des Parietale und dem

Fig. 64.



Hühnchen vom zweiten Tage. Äussere seitliche Ansicht des Schädels.

O.C Hinterhaupts-Condylus; *P.S* Praesphenoidabschnitt; vor demselben liegt die Interorbitalfenestra; *p.p* Antorbitalplatte; *Al.n* Alinasalknorpel; *A.N* äusseres Nasenloch; *II* Foramen opticum; *V* Austrittstelle des Trigeminus; *Art* Gelenkfläche des Unterkiefers.

Knochen: *E.O* Exoccipitale; *S.O* Supraoccipitale; *Sq* Squamosum; *Pa* Parietale; *Fr* Frontale; *Al.S* Alisphenoid; *B.S* Basisphenoid; *M.Eth* Mesethmoid; *Lch* Lacrymale; *Na* Nasale; *Pmx* Praemaxillare; *Mx* Maxillare; *Pl* Palatinum; *Pt* Pterygoid; *Ju* Jugale; *Q.Ju* Quadratojugale; *St* Stapes; *Qu* Quadratum; *Ang* Angulare; *S.Ang* Supraangulare; *D* Dentale.

äusseren (hinteren) Rand des Alisphenoids (Fig. 63, *sq*); an der Aussenseite umklammert es den knorpeligen Sphenoticumfortsatz des Alisphenoids und überwölbt das Quadratum und die Paukenhöhle.

560. Die Frontalia *(Fr)* sind die grössten Schädelknochen. Sie sind oben stark convex und ihre ausgedehnte, nach innen gebogene Orbitalplatte wird von einem scharfen halbkreisförmigen Supraorbitalwulst begrenzt. Die von diesem Wulst gebildete Linie wird dann weiter unten und vorn durch die Verbindungsnaht des Nasale mit dem Lacrymale und hinten durch die Vereinigung des Squamosums mit dem Sphenoticumfortsatz fortgesetzt, wodurch also die Umgrenzung der sehr regelmässigen Höhlung für den grossen Augapfel gebildet wird. Eine membranöse Stelle bleibt aber im Schädelboden zwischen dem Rand der Orbitalplatte des Frontale, dem Alisphenoid und dem Interorbital-

septum übrig, welche von der Ethmoidalregion bis zum gemeinschaftlichen Foramen opticum reicht. Die Frontalia sind einander unmittelbar vor der Kron- (der Parieto-Frontal-) Naht genähert und divergiren dann wieder von einander, um vorn zugespitzt auszulaufen und die Spitze des Mesethmoids unbedeckt zu lassen, — ein von nun an bleibender Zustand.

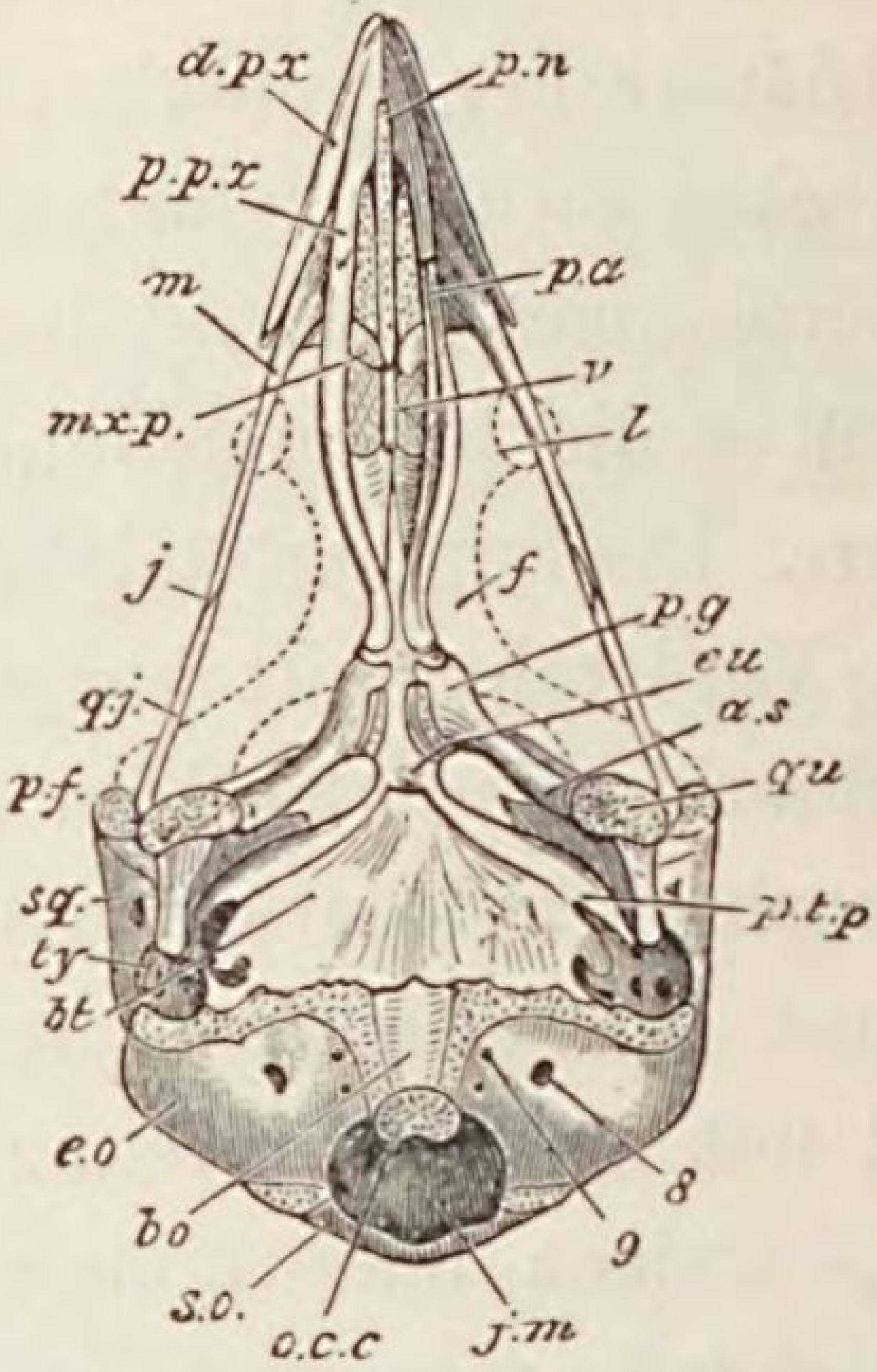
561. Die breiten hinteren Ränder der Nasalia *(Na)* bedecken die zugespitzten vordern Ausläufer der Frontalia; sie sind in sich selbst etwas gedreht und erstrecken sich nach unten und aussen und sodann nach vorn unter die Alinasalknorpel *(Al.n)* herab; auch entsenden sie eine scharfe Gabelspitze über die letzteren hinweg zur Seite der Nasenfortsätze des Praemaxillare. Die Supraorbitalplatte des Lacrymale *(Lch)* ist gross und oval; sein Vorderabschnitt bleibt schlank.

562. Die Praemaxillaria *(Pmx)* sind zu einem einzigen kräftigen dreieckigen Knochen verwachsen, welcher einen soliden Schnabelabschnitt vor dem Nasenseptum und von gleicher Länge mit demselben zeigt. Ihre Nasenfortsätze sind mit einander vereinigt, wo sie zwischen den Nasenlöchern aufsteigen, bleiben aber hinten und oben, wo sie das Mesethmoid erreichen, dauernd von einander getrennt. Diese Fortsätze sind länger als der untere scharf gezähnte Rand (Fig. 65, *d.px*), welcher seinerseits ein Viertheil länger ist als die Gaumenfortsätze *(p.px)*. Jeder Gaumenfortsatz läuft unter der Spitze des Palatinknochens aus. Der axiale Theil des Praemaxillare ist von unten mit einer Furche versehen und die hintere Hälfte dieser Furche wird durch einen schmalen Praenasalknorpel ausgefüllt (Fig. 63, *p.n*).

563. Das schlanke Maxillare (Fig. 64, 65) erhebt sich nun vorn in dem Winkel zwischen dem absteigenden Schenkel des Nasenbeins und dem hinteren Rand des Zahnfortsatzes des Praemaxillare. Die Maxillopalatinplatten *(mx.p)* sind breiter geworden und reichen nahezu bis auf die Mittellinie herein, werden jedoch theilweise durch das Nasenseptum und theilweise durch den kleinen Vomer von einander getrennt, welcher vorn abgerundet ist und hinten eine kurze Strecke weit gespalten erscheint. Die Gabeläste des Vomer *(v)* verbinden sich mit den inneren und vorderen Spitzen der inneren Platte der Palatinknochen, welche Seite an Seite in der Medianlinie liegen und das Rostrum fast ganz bedecken. Hinter dieser Platte stellen die Palatinknochen (Fig. 65, *pa*) ziemlich plumpe eckige Stäbe dar, welche beide zusammen eine länglich leyerförmige Gestalt haben. Die hinteren

Enden sind schwach nach aussen gekrümmt zur Articulation mit den Pterygoidea. Die letzteren (Fig. 65, *pg*) sind kurze kräftige hammerförmige Knochen, deren Handgriffe nach aussen und ein wenig nach hinten gewendet sind, um vermittelst einer schwachen Vertiefung mit einer kleinen Kugel am Quadratum zu articuliren (§ 536); auch wird

Fig. 65.



Zwei Tage altes Hühnchen. Untere Ansicht des Schädels, nach Entfernung des Unterkiefers. Die oberen Knochen sind zu beiden Seiten des Interorbitalseptums im Umriss angegeben.

oc.c Hinterhaupts-Condylus; *f.m* Foramen magnum; *eu* vordere Öffnung der eustachischen Röhren nach Durchbohrung des Basitemporalknochens; *p.n* Praenasalknorpel; *pf* Sphenoticumfortsatz; *ty* Paukenhöhle; *8* Austrittstelle des Glossopharyngeus und des Vagus; *9* Austrittstelle des Hypoglossus.

Knochen: *b.o* Basioccipitale; *e.o* Exoccipitale; *s.o* Supraoccipitale; *b.t* Basitemporale; *p.t.p* Praetemporalflügel des Basisphenoids; *qu* Quadratum; *sq* Squamosum; *a.s* Alisphenoid; *v* Vomer; *pa* Palatinum; *pg* Pterygoid; *p.dx* gezähnter Fortsatz des Praemaxillare; *p.px* Gaumenfortsatz des Praemaxillare; *m* Maxillare; *mx.p* Maxillopalatinplatte des Maxillare; *j* Jugale; *qj* Quadratojugale; *l* Lacrymale; *f* Frontale.

über diese hinweg eine kleine Epipterygoidplatte entsendet. Der Kopf des Hammers zeigt vorn einen Einschnitt, um das abgerundete hintere Ende des Palatinums aufzunehmen. Die innere Hälfte des Kopfes ist von einer besonderen ovalen Knorpelplatte überzogen, die der Basipterygoidplatte am Basisphenoid genau entspricht und mit derselben articulirt.

564. Das Quadratum (Fig. 64, 65, *qu*) zeigt die Spitze seines Orbitalsporns noch im unverknöcherten Zustand; ein ähnliches Verhältniss findet sich dauernd bei den Schildkröten. Der Ohrfortsatz hat

zwei knorpelige Flächen dicht neben einander, einen abgerundeten oberen und äusseren Kopf, welcher in eine vertiefte Stelle am Squamosum hineinpasst, und einen etwas kleineren Vorsprung, welcher auf einer knorpeligen Platte des Prooticums hin und her gleitet. Am vorderen Ende des Ohrfortsatzes findet sich ein schwacher Vorsprung, aber kein hinterer innerer Kopf wie bei den meisten Vögeln, indem die Beziehung zum Tympanicumflügel des Exoccipitale verloren gegangen ist (§ 521). Der Schaft des Quadratums ist kurz und trägt einen abgerundeten Gelenkhöcker in beinah querer Stellung, welcher in eine grössere äussere und eine kleinere innere Portion zerfällt. Das Quadratum steht mit dem Maxillare in Verbindung durch Vermittelung des schlanken Jugal- und des Quadratojugalknochens *(j.,q.j)*, von denen der letztere nach innen gekrümmt ist, um die Seite des Quadratums oberhalb des Condylus zu fassen. Die Basis und der Schaft des Stapes sind verknöchert und sein äusseres Ende stellt einen dreistrahligen Knorpel dar. Die Paukenhöhle soll beim ausgewachsenen Thiere beschrieben werden.

565. Im Unterkiefer ist ein neuer Knochen aufgetreten, die erste Anlage eines Articulare (Fig. 63, 64, *art*); dieselbe springt nach innen von der Gegend des Gelenkes vor, als innerer Angularfortsatz, der an der Spitze mit Knorpel überzogen ist (Fig. 63, *i.a.p*). Der hintere Angularfortsatz *(p.a.p)* und der Schaft des Meckel'schen Knorpels, welcher drei Viertheile der ganzen Länge des Unterkiefers beträgt, bleiben unverknöchert. Die Dentalia beider Seiten sind mit einander verwachsen; sie liegen ausserhalb des Knorpels und umfassen ihn theilweise. Ihre Länge beträgt drei Viertheile von derjenigen des Unterkiefers und hinten sind sie gegabelt. An der Innenfläche des Knorpels liegt ein langgestrecktes ovales Spleniale *(sp)*, welches sowohl die vordere Spitze als den hinteren Theil des Knorpels unbedeckt lässt. Das Angulare unter und das Supraangulare über dem hinteren Theil des Knorpels lassen seine innere Fläche in ziemlicher Ausdehnung blos liegen, bedecken ihn aber von aussen und stossen mit einander zusammen.

566. Eine Verknöcherung ist in den beiden kleinen Hörnern des Hyoidknorpels (den cornua minora) aufgetreten und diese Verknöcherung setzt sich dann durch den Zungenknorpel hindurch fort. Der mediane Basalknorpel hat zwei griffelförmige Knochen, einen vor den „Thyrohyalia“ (d. h. den ersten Branchialstücken) und einen dahinter. Die einzige Verknöcherung in den letzteren Knorpeln im letzten Stadium

war eine tiefer gelegene zu beiden Seiten; jetzt findet sich noch eine zweite höhere, aber die gebogene Spitze ist noch knorpelig, wie auch die Spitzen aller dieser andern Knochenstücke.

567. Die Typen, an welche uns eine Betrachtung des Schädels des Hühnchens auf diesem Stadium erinnert, sind die Hemipodiinae-, die Pteroclinae- und die Columba-artigen Ausläufer der Gruppe der *Gallinaceae;* die spätere Entwickelung entfernt dann das Huhn bedeutend von seinen tieferen und mehr allgemein gehaltenen Verwandten einerseits und ebenso von seinen höher entwickelten und mehr specialisirten Genossen anderseits. Jede einzelne Thatsache, welche soeben angeführt worden ist, wird sich demjenigen, der den Gegenstand genauer untersucht, als eine bedeutungsvolle Erscheinung herausstellen. Die Verschmelzung der verschiedenen Knochen in der Basisphenoidregion, die Ausdehnung der Exoccipitalia und der Supraoccipitalia in die Ohrkapsel hinein und das Auftreten der Epiotica und des Mesethmoids sind die wesentlichsten Vorkommnisse, welche die Gehirnkapsel beeinflusst haben. Der Praenasalknorpel ist verhältnissmässig stark reducirt. Die Praemaxillaria und die Dentalia stellen nun jeweils nur einen Knochen dar, und knöcherne Ablagerung ist im Stapes, in der Articulargegend des Unterkiefers und in den kleinen Repräsentanten des Hyoidbogens und der Kiemenbogen aufgetreten.

Sechstes Stadium: Junge Hühner bis zum Alter von neun Monaten.

568. In einem drei Wochen alten Küchlein sind zwei Erscheinungen besonders bemerkenswerth: erstens ein selbständiger Verknöcherungspunkt am Sphenoticumfortsatz (§ 542), welcher sich im Späteren mit dem Alisphenoid vereinigt, und zweitens das Auftreten einer kleinen Opisthoticumplatte in der äusseren Occipitalfläche, in einem Einschnitt des oberen äusseren Theiles des Exoccipitale, welche dann bald mit dem letzteren verschmilzt.

569. In einem Hühnchen von zwei Monaten haben diese Gebilde an massiger Gestaltung zugenommen und die das Dach des Schädels bildenden Knochen werden durch fein gezähnte Nähte mit einander verbunden; im Cranium selbst sind nur sehr schmale Züge von Synchondrosen übrig geblieben. Eine innere Ansicht der Hinterhauptsregion zeigt die drei Knochen der periotischen Kapsel sowie auch das

Alisphenoid immer noch in getrenntem Zustande, aber auch das Basisphenoid ist noch nicht mit dem Basioccipitale oder dem Alisphenoid verwachsen.

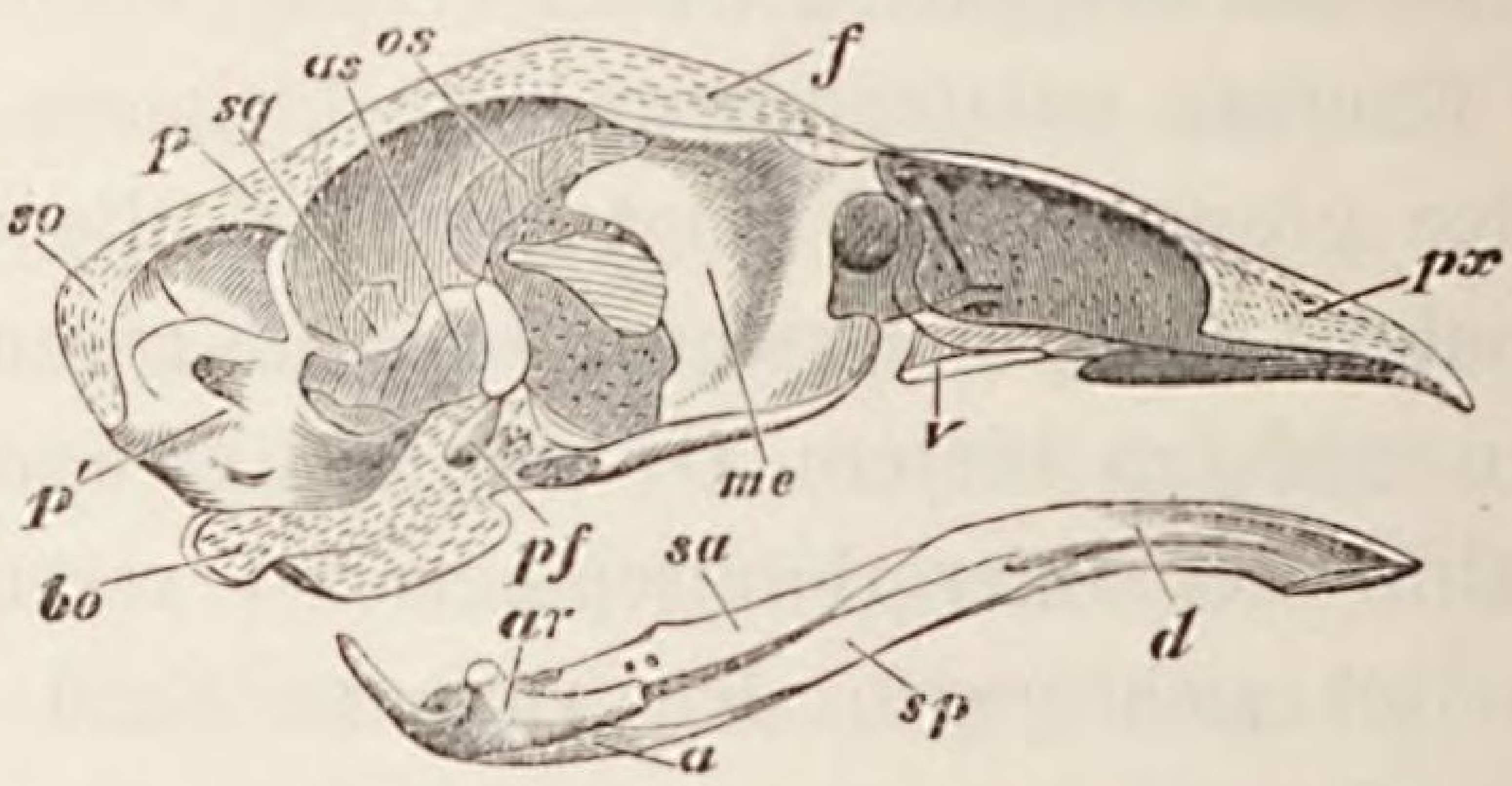
570. Über dem Foramen opticum, zwischen das Alisphenoid und das Interorbitalseptum eingekeilt, ist zu beiden Seiten in der Membran ein vierseitiger Knochen entstanden und ein kleineres Paar findet sich vor und über den grösseren und trägt dazu bei, die von den Orbitalplatten der Frontalia übrig gelassenen Fenestrae auszufüllen. Es sind dies das vordere und das hintere Orbitosphenoid (Fig. 66, *o.s*). Die vordere Hälfte des Interorbitalseptums ist verknöchert und das Mesethmoid breitet sich gegen den vorderen Rand der Interorbitalfenestra aus.

571. Bei Hühnchen im Alter von drei bis vier Monaten lassen sich noch sämmtliche Deckknochen des Schädels mit Ausnahme blos der früh unter einander verwachsenen Parasphenoidalelemente durch Maceration von einander trennen; nur die symmetrischen Praemaxillaria und Dentalia sind in der Mittellinie verschmolzen, die ersteren sehr früh, die letzteren bald nach dem Ausschlüpfen. Betrachtet man den Schädel von unten und hinten, so zeigt das grosse Supraoccipitale äusserlich immer noch Nahtverbindung mit dem Exoccipitale und dieses mit dem Basioccipitale; das letztere selbst ist auch noch getrennt vom Basisphenoid und dessen Basitemporalplatte. Die hintere basicraniale Fontanelle wird nur noch durch eine tiefe mediane Längsspalte am hinteren Theile des Basisphenoids angedeutet. Das complicirte Basisphenoid bleibt gesondert von den Alisphenoidea, den Prootica und dem Basioccipitale, das kleine Epioticum dagegen steht im Begriff, sich mit dem Prooticum und Supraoccipitale, das Opisthoticum aber, sich mit dem Prooticum und Exoccipitale zu vereinigen. Das Sphenoticum fliesst mit dem Alisphenoid zusammen. Die Zusammensetzung des Hinterhauptscondylus aus drei Elementen ist immer noch deutlich sichtbar.

572. Bei jungen Hühnern im ersten Winter, in einem Alter von sieben bis neun Monaten persistiren immer noch eine grosse Anzahl embryonaler Charaktere (Fig. 66). Der Schädel ist sehr dick und solid geworden mit reichlich entwickelter Diploë. Das eigentliche Cranium beträgt nicht mehr ganz die halbe Länge des lang gestreckten Schädels und ist sehr schmal, wo es in dem Interorbitalseptum endigt. Die Knochen des Occipitalrings, die periotischen Massen und das Basi-

sphenoid sind vollständig unter einander verschmolzen, sowie auch die vorderen Theile der Praemaxillaria und der Dentalia. Alle übrigen Nahtlinien lassen sich noch verfolgen.

Fig. 66.



Huhn aus dem ersten Winter; medianer Längsschnitt des Schädels.

bo Basioccipitale in vollkommen continuirlicher Verbindung mit dem Basitemporale, dem Basisphenoid und dem Rostrum; p^1 Prooticum; *s.o* Supraoccipitale; *p.f* Pituitargrube; *p* Parietale; *sq* Squamosum; *a.s* Alisphenoid; *o.s* Orbitosphenoid; *f* Frontale; *m.e* Mesethmoid; *v* Vomer; *px* Praemaxillare; *d* Dentale; *sp* Spleniale; *s.a* Supraangulare; *a* Angulare; *ar* Articulare.

Knorpel ist noch sichtbar im Interorbitalseptum hinter dem Mesethmoid, in der Nasenscheidewand vor dem letzteren Knochen, wo der schmale Praenasalsporn nach vorn entsendet wird, und am Unterkiefer in geringer Ausdehnung zwischen dem Angulare und dem Supraangulare.

573. Bei etwas weiter entwickelten Exemplaren findet man eine kleine Knochenplatte zwischen den Orbitosphenoidea, im Knorpel des Septums, zwischen der Interorbitalfenestra und dem Foramen opticum; das ist das erste Auftreten des Praesphenoids. Knorpel bleibt noch unterhalb dieses Knochens vor der Interorbitalfenestra bestehen bis herab zu einer verticalen Naht, welche den vordern Theil des Basisphenoids vom hintern untern Theil des Mesethmoids trennt. Diese Vereinigungsstelle liegt über dem ursprünglichen Rostrum und ist entstanden durch Ausdehnung der Verknöcherung. Das Mesethmoid *(me)* hat sich oben zu beiden Seiten in den Aliethmoidknorpel hinein ausgebreitet und stellt eine flache Platte dar, welche zwischen den Frontalia und Nasalia und hinter den Nasenfortsätzen der Praemaxillaria (s. Fig. 70) sichtbar wird. Das Mesethmoid verknöchert den hinteren Theil des Aliethmoiddaches und erstreckt sich hinten bis in die in § 544 erwähnte Spitze; unterhalb derselben liegt eine Grube zur Aufnahme des Riechnerven, welcher unter der flügelartigen Ausbreitung in dem Winkel zwischen dieser und der verticalen Platte zu beiden Seiten entlang verläuft.

574. Der Rest des Nasenlabyrinths ist vollständig unverknöchert. Der hintere Theil des Daches hat sich oben abgeflacht und seine seitlichen Ränder wachsen nach innen, um die obern Muscheln zu bilden (Fig. 69, 71, *u.tb*), welche nahe der Mittellinie sich abermals nach aussen wenden und eine nach aussen sich öffnende, kugelförmig aufgeblasene Tasche bilden; der Rand derselben fliesst hinten mit der Antorbitalwand zusammen. In dieser Gegend fehlt das Nasenseptum in Folge des craniofacialen Einschnittes vollständig mit Ausnahme eines kleinen Knorpelwulstes oberhalb, welcher die Nasenäste des Trigeminus (*n.n*) von einander trennt, während sie nach vorn verlaufen, um das Septum zu erreichen.

575. Auf der Fläche der Antorbitalplatte hat sich unterhalb der obern Muschel keine mittlere Muschel entwickelt. Vor und unterhalb der ersteren bildet die untere Muschel (Fig. 68, 71, *i.tb*) eine nicht sehr gleichförmige Schnecke, welche zweimal eingerollt erscheint und die blinde Fläche der Rolle nach innen kehrt, während die lange Axe schief gerichtet ist. Dieselbe wächst aus dem Nasendach und der äusseren Wand vor der Aliethmoidalregion hervor. Hinter und unter derselben wird die Nasenwand eine Strecke weit unvollständig und die hintere Endigung der unteren Muschel fliesst mit dem unteren äusseren Winkel der Antorbitalplatte zusammen.

576. Eine andere Muschel nimmt den vorderen Abschnitt der Nasenhöhle ein, es ist dies die Alinasalmuschel (Fig. 67, 71, *n.tb*), deren blinde Fläche gleichfalls nach innen gekehrt ist; meistentheils bildet sie nur eine halbe Windung. Sie entsteht vom äusseren Rande des Nasendachs, aber ausserhalb derselben bildet der Alinasalknorpel (Fig. 67, *al.n*) noch eine vollständige seitliche Wandung, welche mit dem Nasenboden zusammenhängt ausser an der Stelle, wo sie einen schiefen Schlitz für die vordere Nasenöffnung zeigt. Hinten wächst die Alinasalmuschel, wo sie unterhalb des vorderen Theiles der unteren Muschel zu liegen kommt, nach innen und vereinigt sich mit einem eigenthümlichen Knorpelflügel, welcher mit dem Nasenseptum zusammenhängt und beiderseits vom Nasalnerv durchbohrt wird. (Es ist dies eine weitere Entwickelung der ursprünglichen Brücke über diesen Nerven hinweg, § 545.) Vorn endigt der obere Theil des Alinasalknorpels als kleiner ohrförmiger Fortsatz zu beiden Seiten und zwischen diesen liegt der Praenasalknorpel, welcher seit der Zeit des Ausschlüpfens nicht zugenommen hat, in einer Grube des Praemaxillare. Der ganze Alinasalabschnitt liegt in einem eiförmigen Raum, welcher

Fig. 67.

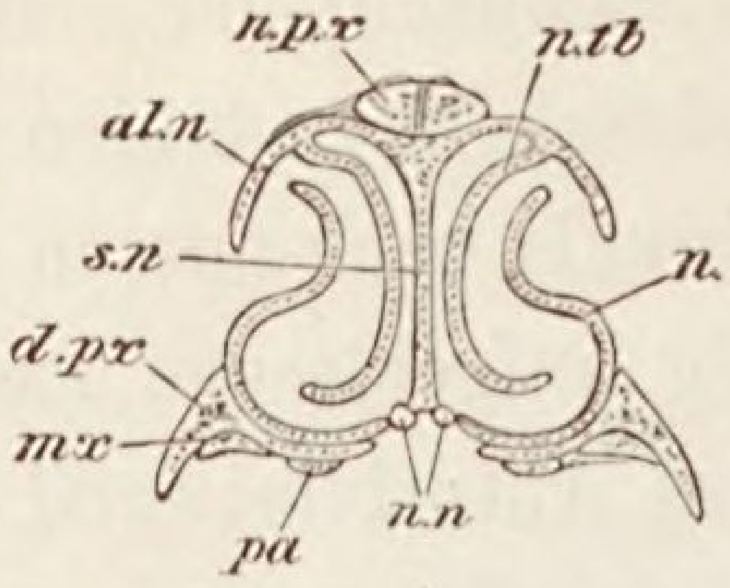


Fig. 68.

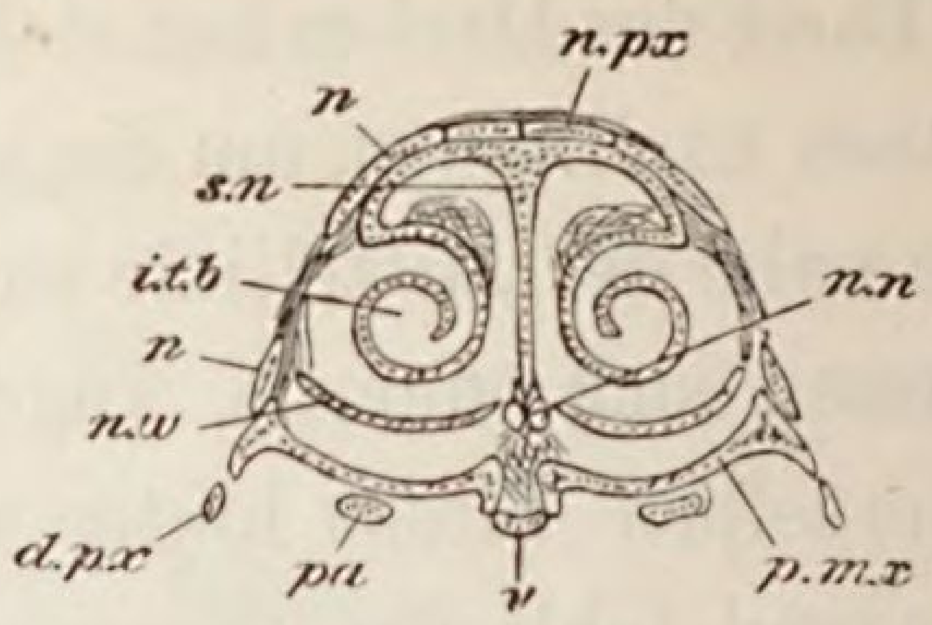


Fig. 69.

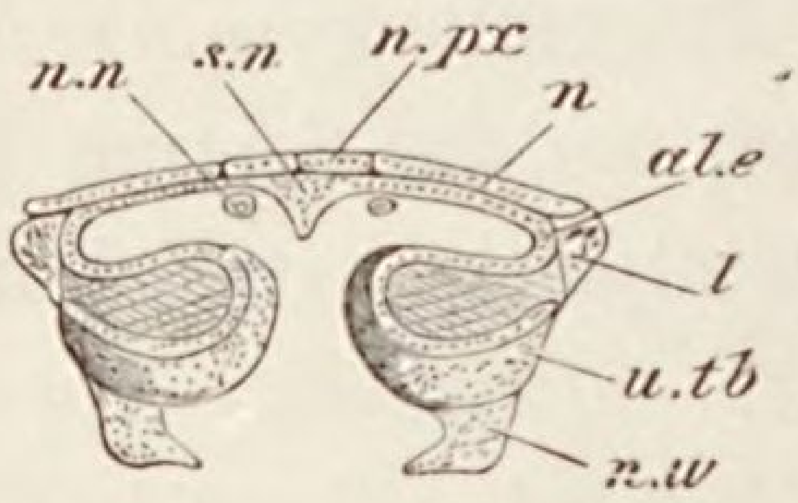


Fig. 70.

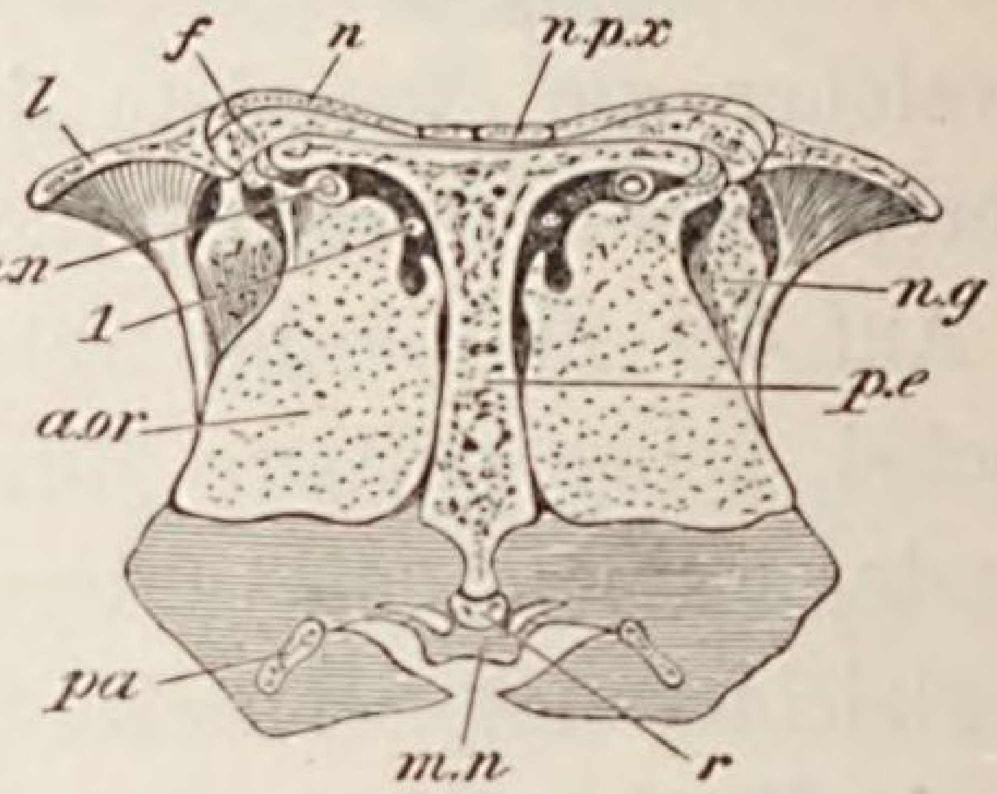
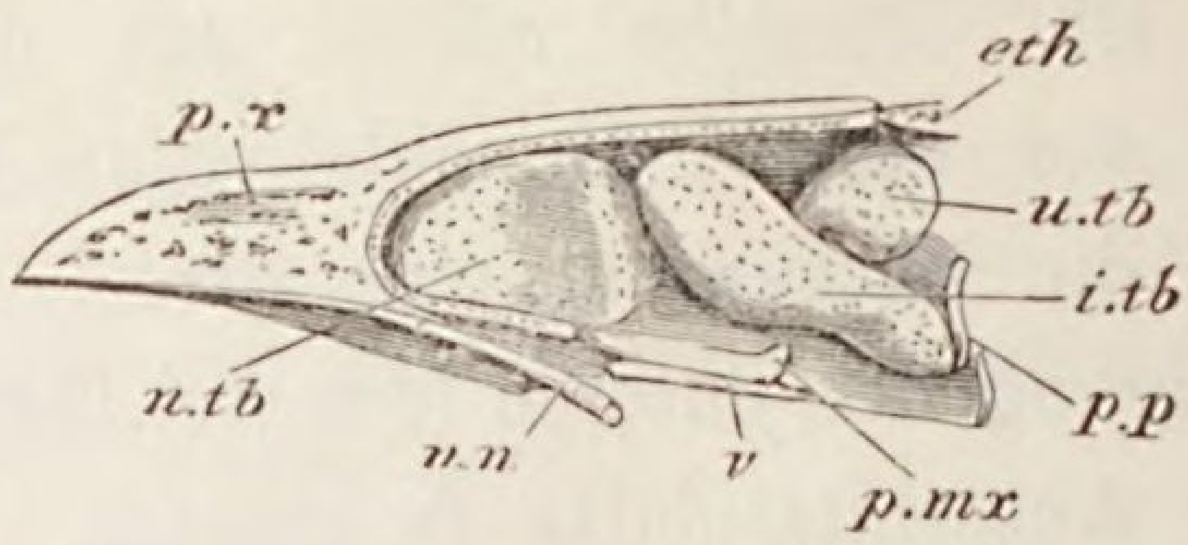


Fig. 71.



Ansichten vom Bau der Nase beim Hühnchen aus dem ersten Winter.

Fig. 67. Querschnitt durch den breitesten Theil der Alinasalregion (Fig. 71, *n. tb*).

Fig. 68. Querschnitt zwischen der Aliethmoidal- und Aliseptalregion (durch *i.tb* in Fig. 71).

Fig. 69. Querschnitt durch die Aliethmoidalregion, nach Entfernung der unteren Muschel, in der Gegend des craniofacialen Einschnitts des Septums (durch *u.tb*, Fig. 71).

Fig. 70. Querschnitt durch den festesten Theil des Ethmoids, die Antorbitalplatte zeigend (Fig. 71, *pp*).

Fig. 71. Ansicht des Nasen-Labyrinths von innen, nach Entfernung des Septums, weniger stark vergrössert als die vorhergehenden Figuren.

s.n Nasenscheidewand; *al.n* Alinasalknorpel; *n.tb* Alinasalmuschel; *n.w* Nasenwand; *i.tb* untere Muschel; *u.tb* obere Muschel; *al.e* Aliethmoidalknorpel; *a.or* (Fig. 70), *pp* (Fig. 71) Antorbitalplatte; *n.g* Nasendrüse; *1* Riechnerv; *n.n* Nasalnerv (vom Trigeminus), in Fig. 71 aus seiner Beziehung zum Septum gelöst dargestellt; *m.n* mittlerer Nasengang.

Knochen: *n.px* Nasalfortsatz des Praemaxillare; *d px* Dentalfortsatz desselben; *n* Nasale (in Fig. 68 ist die untere Gabelspitze des Nasale durchschnitten und erscheint demnach getrennt von der oberen); *f* Frontale; *l* Lacrymale; *p.e* Mesethmoid; *eth* Ethmoid; *v* Vomer; *pa* Palatinum; *r* Rostrum; *mx* Maxillare; *p.mx* Gaumenplatte des Maxillare.

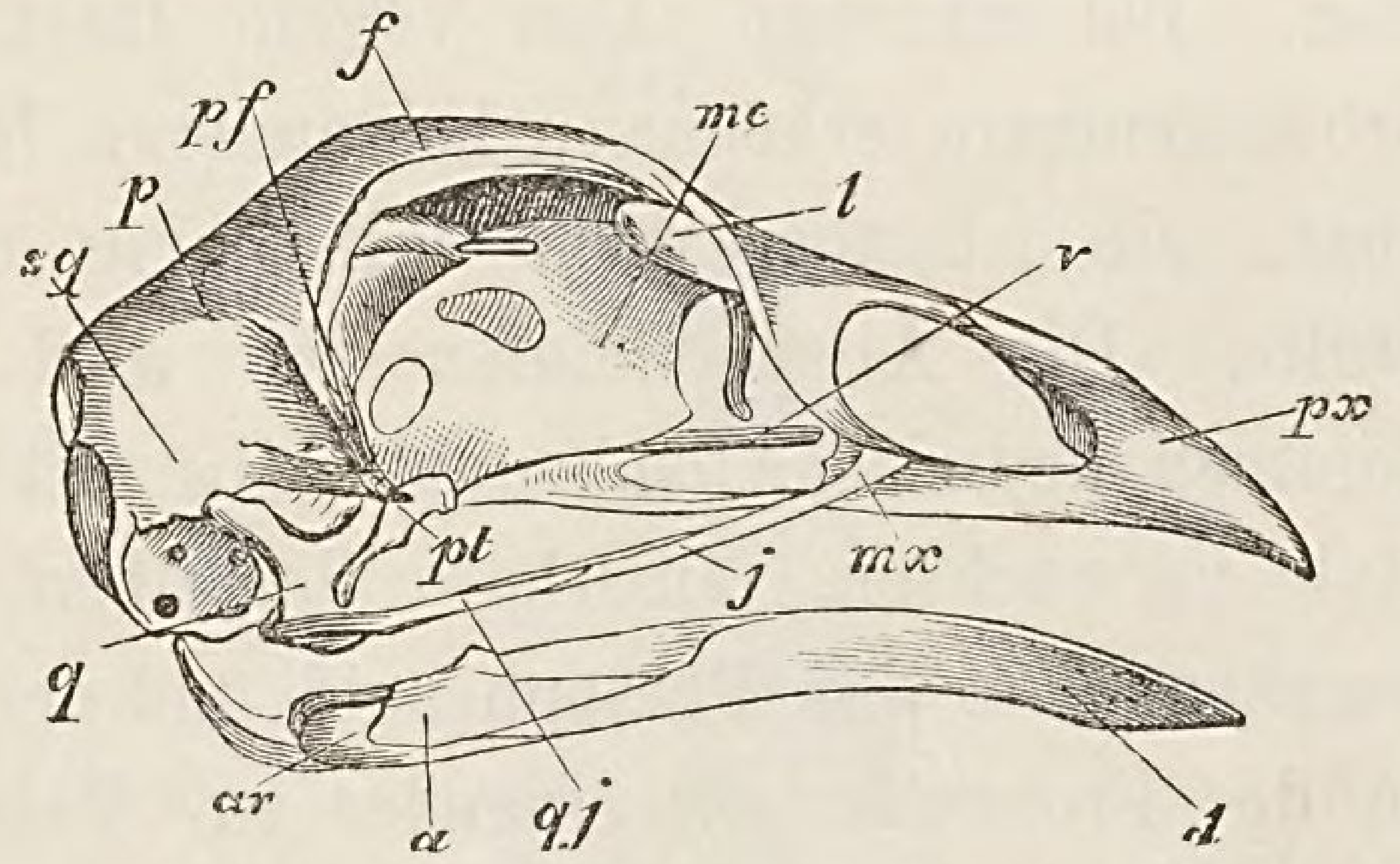
sich zwischen den Fortsätzen des Praemaxillare und theilweise auch in dem Einschnitt zwischen den Fortsätzen der Nasalia gebildet hat. Beim Huhn ist die Aliseptalregion sehr klein, verglichen mit dem Aliethmoidalabschnitt hinter und dem Alinasalabschnitt vor derselben.

577. Die Knochen des Gaumens sind einfach grösser geworden, ohne ihre sonstigen Beziehungen zu verändern; diejenigen des Unterkiefers beginnen mit einander zu verwachsen und der hintere sowohl wie der innere Angularfortsatz werden vom Articulare her verknöchert.

Der Schädel bei mehrere Jahre alten Hühnern.

578. Um die Zeit, wenn das Huhn ein Jahr alt geworden ist, haben sich die meisten Schädelnähte geschlossen und dann wird der Schädel von Jahr zu Jahr immer fester, indem die periostealen Schichten alle Zwischenräume in den Knochenwandungen ausfüllen, mit Ausnahme derjenigen, welche für den Austritt der Gefässe und Nerven nöthig sind. So sind denn bei einem ausgewachsenen Vogel (Fig. 72, 73) die Hinterhaupts-, die Ohr-, die hintere und vordere Sphenoidal- und die Ethmoidalregion alle zu einem continuirlichen Knochen geworden,

Fig. 72.



Huhn im Alter von mehreren Jahren. Seitenansicht des Schädels.

Knochen: *sq* Squamosum; *p* Parietale; *pf* Sphenoticumfortsatz; *f* Frontale; *me* Mesethmoid; *l* Lacrymale; *px* Praemaxillare; *mx* Maxillare; *v* Vomer; *j* Jugale; *qj* Quadratojugale; zwischen *v* und *j* das Palatinum; *pt* Pterygoid; *q* Quadratum; *ar* Articulare; *a* Angulare; *d* Dentale.

an welchem sämmtliche früheren Grenzmarken verwischt sind und kaum irgend eine Andeutung von dem früher so hoch complicirten Zustande dieser Theile übrig geblieben ist. Dieses Verhältniss der Dinge ist für jeden Vogel ganz normal und obwohl es beim Huhn gerade bis zu einem ziemlich hohen Grade gedeiht, kann doch bei

einzelnen Vögeln die Verwischung aller Spuren der einstigen Zusammensetzung des Schädels aus einzelnen Elementen noch vollkommener Platz greifen.

579. In der seitlichen Ansicht des Schädels eines alten männlichen Thieres (Fig. 72) bemerkt man, dass der Gesichtstheil, verglichen mit seinem Zustande, den wir bei einem eben ausgeschlüpften Küchlein fanden, bedeutend der Gehirnkapsel gegenüber zugenommen hat, obgleich die Oberkieferknochen *(mx)* verhältnissmässig kleiner sind als jemals, indem sie winzige Griffel mit einem sehr kleinen Maxillopalatinauswuchs nach innen darstellen.

580. In einer Ansicht von oben kann man noch den vorderen Theil der Naht zwischen den Frontalia erkennen, die Nasalia aber sind hinten mit den Frontalia verwachsen, bleiben jedoch von dem gabeligen Nasenfortsatz des Praemaxillare gesondert. Zwischen diesen Knochen (Frontalia, Nasalia und Praemaxillaria) kommt ein ansehnliches fünfeckiges Stück des oberen Endes des Ethmoids zum Vorschein. Die folgenden Knochen bleiben durchaus selbständig: die Lacrymalia, Maxillaria, Jugalia, Quadratojugalia, Quadrata, Pterygoidea, Palatina und der Vomer.

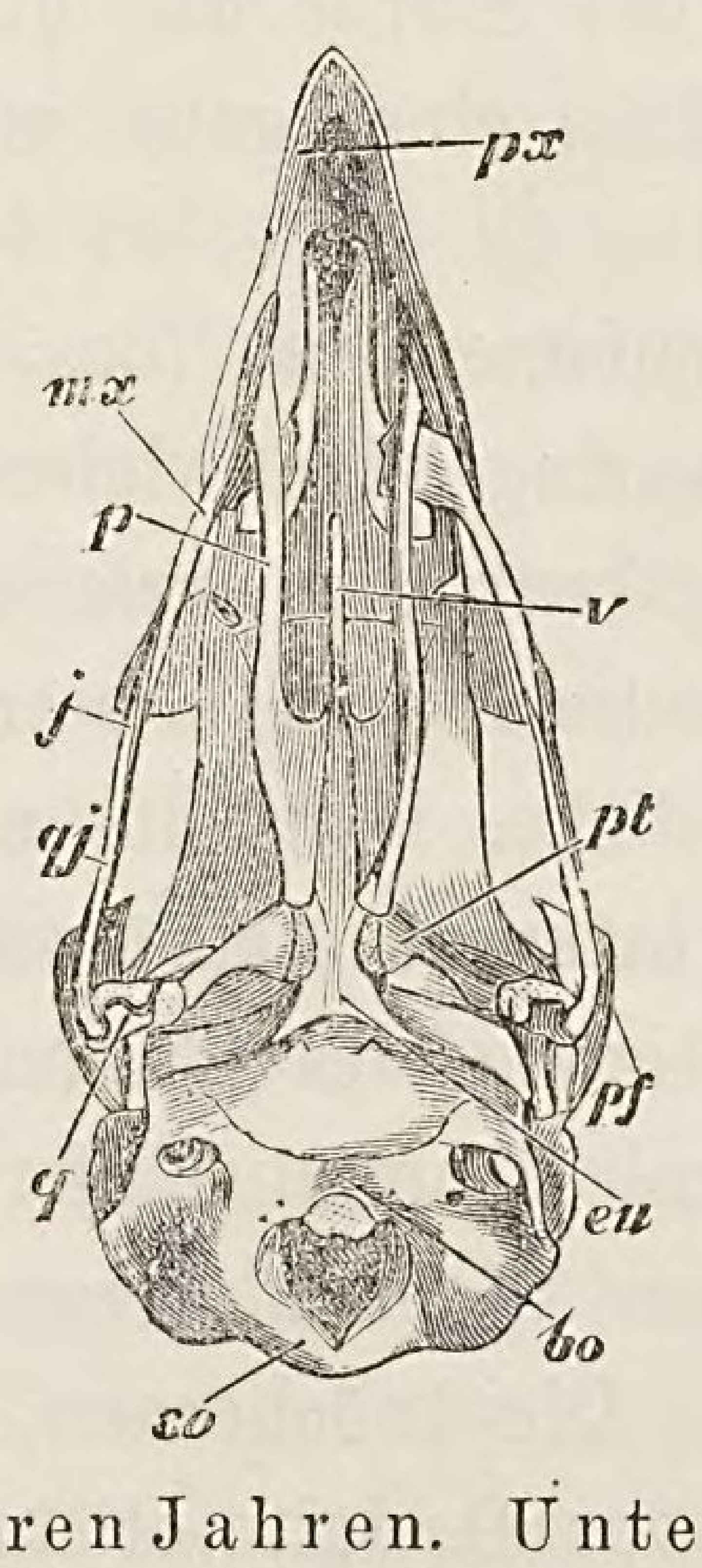
581. Die ganze Interorbitalplatte *(m.e)* ist zu einem einzigen Knochen geworden. Bei manchen alten Vögeln lässt sich noch eine Spur der Interorbitalfenestra erkennen; bei anderen ist zwar ihr Umriss noch sichtbar, sie ist aber doch vollständig mit periostealem Knochen ausgefüllt. Die Alisphenoidfenestra wird gleichfalls von Knochen eingenommen und das Alisphenoid selbst ist mit der Orbitalplatte des Frontale verwachsen. Oberhalb derselben sind die beiden Paare der Orbitosphenoidea, das Parasphenoid und der Vorderabschnitt der Orbitalplatte der Frontalia mit einander zur Vereinigung gelangt und die Fenestra, welche früher zu beiden Seiten zwischen dem Rande der Orbitalplatte und des Interorbitalseptums vorhanden war, hat sich mit Ausnahme einer vorderen oberen Spalte, durch welche der Riechnerv beiderseits der Spitze des Mesethmoids nach vorn verläuft, vollständig verschlossen.

582. In dem knorpeligen Isthmus oberhalb des craniofacialen Einschnitts (§ 557) sind zwei kleine Verknöcherungspunkte, einer hinter dem anderen aufgetreten und zwischen ihnen findet man jederseits einen kleinen Höcker. Der Rest des Nasenlabyrinths bleibt unverknöchert, mit der Ausnahme, dass in einzelnen Fällen ein wenig

Knochensubstanz von dem Mesethmoid auf die Antorbitalplatte übergeht, welche im Übrigen getrennt von den medianen Theilen vom Ethmoiddach herunterhängt.

583. Ein aponeurotischer Abschnitt, welcher von der Mitte der äusseren Fläche des Squamosums sich nach unten erstreckt, ist verknöchert und stösst mit dem Sphenoticumfortsatz zusammen, mit dem er auch oft verwächst und eine Schläfenbrücke bildet. Die Hinterhauptfläche ist viel mehr vertical aufgerichtet als in früheren Stadien. Die Ohrkapsel hat sich aus ihrer stark schiefen Lage erhoben und ist senkrechter gestellt als im zweiten Stadium. Ein nicht vollständig knöchernes Septum geht zwischen den beiden Hälften des Vorderhirns hindurch von der Verwachsungslinie der Frontalia aus, und entsprechend der Kron- oder Parieto-Frontalnaht findet sich ein queres Septum, welches eine Strecke weit das Vorderhirn vom Mittelhirn trennt. Ein scharfer Kamm verläuft sodann von dem vorspringenden Wulst des Prooticums (vor dem meatus [auditorius] internus) nach innen und vorn gegen die Seiten der hinteren Sattellehne des Basisphenoids. Der Bogen des vorderen halbkreisförmigen Canals, welcher innen nahezu vertical steht, hängt durch einen Knochenwulst mit dem Fronto-Parietalseptum zusammen.

Fig. 73.



Huhn im Alter von mehreren Jahren. Untere Ansicht des Schädels, nach Entfernung des Unterkiefers.

s.o Supraoccipitale; *b.o* Basioccipitale; *eu* Mündung der eustachischen Röhren; *xf* Sphenoticumfortsatz; *pt* Pterygoid; *p* Palatinum; *v* Vomer; *px* Praemaxillare; *mp* Maxillare; *j* Jugale; *q.j* Quadratojugale; *q* Quadratum.

584. Die Basisphenoidalregion mit Einschluss der Basitemporalplatte zeigt eine ansehnliche Dicke und die Verdickung des Schädelbodens reicht nach hinten fast bis zum Hinterhauptscondylus. Die Pituitargrube stellt eine tiefe, elegant abgerundete und unten unterhalb der hinteren Sattellehne nach rückwärts sich wendende Einsenkung dar und wird ausserdem noch von den inneren Carotiden durchbohrt. Jede dieser Arterien tritt ausserhalb und vor dem Austritt des Vagus in die Basis cranii ein, in einem Einschnitt zwischen dem Temporalflügel des Exoccipitale und dem äusseren und hinteren Winkel des Basitemporale, und diese beiden Knochen verwachsen dann mit einander, um eine Brücke an der Aussenseite der Arterie entlang zu bilden. Wenn die äussere Platte des Knochens nebst einem Theil der Diploë in der Ohrregion entfernt wird, so erkennt man, dass das ganze membranöse Labyrinth in einer knöchernen Kapsel eingeschlossen ist, welche genau den membranösen Gebilden im Innern entspricht, wobei die beiden Schnecken im Boden des Schädels nur wenig von einander entfernt als kleine knöcherne Kugeln zum Vorschein kommen.

585. Abgesehen von dem vorderen Recessus tympanicus, welcher oberhalb der engen eustachischen Röhren nach vorn reicht (§ 541), findet sich an der Spitze der Paukenhöhle noch ein oberer Recessus tympanicus, der zu beiden Seiten in die Diploë des Hinterhaupts sich hineinsenkt[1]. Die Basis des Stapes und die beiden Fenestrae (ovalis und rotunda) liegen am Fuss eines gemeinschaftlichen Recessus in der Paukenhöhle.

586. Die Tympanicummembran (das Trommelfell) befestigt sich an einem zarten Knochenring eine kleine Strecke nach innen vom Rande der knöchernen Paukenhöhle, welche durch den Tympanicumflügel des Exoccipitale entstanden ist; dieser Rand verbreitert sich dann durch Vermittelung einer dicken Hautfalte nach aussen, um den eigentlichen Meatus auditorius externus (den äusseren Gehörgang) zu bilden. Der feine Ring zur Befestigung des Trommelfelles lässt sich gerade nach aussen von den drei Hauptausläufern der Paukenhöhle wahrnehmen, dem vorderen und dem hinteren Recessus tympanicus und dem Recessus fenestralis. Die knöchernen Abschnitte, welche die Befestigung darbieten, sind das Occipito-oticum und das Basitemporale. Das Trommelfell befestigt sich vorn an einer kräftigen Aponeurose,

[1] Im Krokodil stossen diese Recessus oberhalb des Hinterhauptbogens zwischen der äusseren und der inneren Knochenplatte zusammen.

welche vom Squamosum gegen das Ende des praetemporalen Flügels des Basisphenoids hinter dem Kopf des Quadratums herab sich erstreckt (§ 541). Diese Aponeurose verknöchert gleichfalls bei alten Vögeln, wodurch dann das Quadratum von der directen Beziehung zur Paukenhöhle in diesem Typus ausgeschlossen wird.

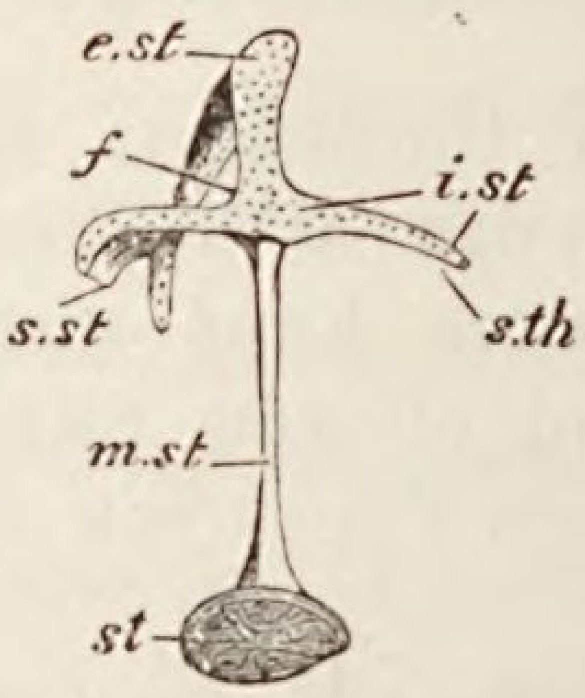
Bei Vögeln, welche am Ohrfortsatz des Quadratums einen zweiten Kopf besitzen, befestigt sich das soeben erwähnte aponeurotische Band am Quadratum und der hintere Kopf wird dann in die Höhle hineingezogen; das Band selbst wird oft zum Sitz von Paukenverknöcherungen, deren Zahl in den verschiedenen Typen von eins bis sieben differiren kann.

587. Die Columella (Fig. 74) ist ein sehr zarter griffelförmiger Knochen, welcher mit einer eiförmigen Stapedialplatte in der Fenestra festsitzt. Nach aussen hin ist sie knorpelig, wo sie gegen die Mitte des Trommelfelles ausläuft und dasselbe anspannt. Die Stapedialplatte *(st)* und der Schaft der Columella *(m.st)* bilden einen continuirlichen Knochen. Am distalen Ende finden wir drei Knorpelstrahlen. Zwei äussere, das Supra- und das Infrastapediale *(s.st, i.st)*, gehen unter rechtem Winkel vom Schaft aus. Der obere ist zweigablig und befestigt sich vermittelst eines membranösen Streifens am hinteren Theil des Daches der Paukenhöhle. Der dritte oder Medianfortsatz (Extrastapediale, *e.st*) ist breiter als die übrigen, spatenförmig und herabgebogen. Von seinem äusseren Rand erstreckt sich bis zum Ende des Suprastapediale ein Knorpelstreifen, welcher eine Fenestra *(f)* in dem Winkel zwischen dem Extra- und dem Suprastapediale offen lässt. Dieser Streifen legt sich dem mittleren und vorderen Theil des Paukenfelles gegen das Quadratum hin an. Das kleine Infrastapediale wendet sich nach unten und ein wenig nach vorn und ist manchmal am unteren Ende ausgebreitet. Dieser untere Abschnitt war in einem früheren Stadium selbständig (§ 523), ist aber nun mit dem Infrastapediale verwachsen. Er repräsentirt die Spitze des Stylohyale *(st.h)*.

588. Der Unterkiefer variirt beträchtlich bei verschiedenen Individuen: in einzelnen Exemplaren findet man kaum noch eine Spur der grossen Fenestra, welche bei den *Tetraonidae* jederseits zwischen den Gabeln des Dentale und den hinteren Elementen zu sehen war. Gewöhnlich kann man noch ein Überbleibsel der Naht zwischen dem Hintertheil des Dentale und dem Angulare und Supraangulare wahrnehmen, alle anderen Nähte aber verschwinden vollständig.

589. Die Cornua (minora) des Zungenbeins sind mit einander verschmolzen, um ein Glossohyale zu bilden, aber der Knochen ist vorn mit einer knorpeligen Spitze versehen und ein spaltenförmiges

Fig. 74.

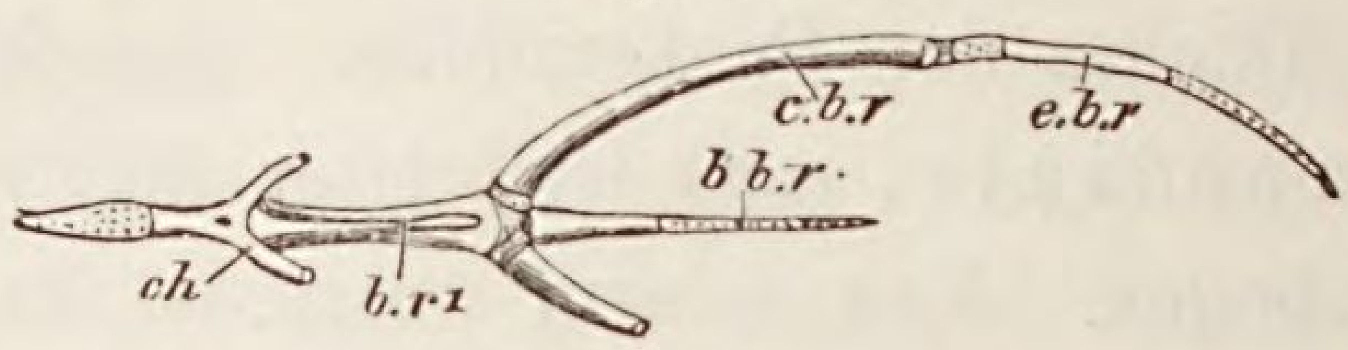


Ausgewachsenes Huhn. Seitenansicht der Columella des Ohres.

st. (knöcherne) Stapedialplatte; *m.st* Mediostapediale (Knochen); die übrigen Theile sind sämmtlich knorpelig; *e.st* Extrastapediale; *s.st* Suprastapediale; *f* Fenestra zwischen diesen beiden Ästen; *i.st* Interstapediale; *st.h* Stylohyale.

Loch bleibt noch im medianen Theil des Knochens übrig. Dieses elegante pfeilförmige Zungenstück (Fig. 75, *c.h*) articulirt durch ein Sygnovialgelenk mit dem ersten Basibranchiale *(br.1)*, welches seinerseits eine

Fig. 75.



Huhn im Alter von mehreren Jahren. Hyobranchialapparat von oben gesehen.

c.h Ceratohyale; *br.1'* erstes Basibranchiale; *b.br* zweites Basibranchiale; *c.br* Ceratobranchiale; *e.br* Epibranchiale.

ähnliche Gelenkverbindung mit dem langen schlanken, am proximalen Ende verknöcherten zweiten Basibranchiale besitzt *(b.br)*. Der Kiemenbogen articulirt zu beiden Seiten durch Gelenke mit dem hinteren Ende des ersten Basibranchiale, aber das proximale (ventrale) Stück oder Ceratobranchiale *(c.br)* verbindet sich mit dem distalen oder Epibranchialstück *(e.br)* durch eine Masse fibrösen Gewebes; das Ceratobranchiale ist oben und das Epibranchiale an beiden Enden knorpelig.

Zusammenfassung.

590. Ein charakteristisches Merkmal in dieser Entwickelungsgeschichte ist die Beschleunigung der bestimmenden Vorgänge. Die Charaktere, welche nach der Entwickelungstheorie auf einer sehr weit

zurückreichenden Vererbung beruhen, werden ausserordentlich rasch angenommen, so dass der Schädel am Ende der ersten Bebrütungswoche schon ganz bestimmt Sauropsiden-ähnliche Beschaffenheit hat. Diejenigen Details des Baues dagegen, durch welche sich das Huhn von den übrigen Vögeln unterscheidet, zeigen ein viel späteres und langsameres Auftreten, indem ja einzelne derselben erst ganz allmählich nach Ablauf des ersten Lebensjahres zum Vorschein kommen. Es gibt keine Thatsache in der Entwickelung des Hühnchenschädels, welche nicht die früher behandelten Entwickelungsgeschichten beleuchten hülfe und ihrerseits aus denselben wieder Beleuchtung empfinge. Wir könnten dieses Buch ausserordentlich vergrössern, wenn alle diese Beziehungen nachgewiesen werden sollten, allein der Forscher, welcher geduldig nachdenkt, wird dieselben mit der Zeit selbst herausfinden.

591. Beginnen wir mit dem einfachsten Stadium, so finden wir die axialen Theile an der Basis des Schädels im Zusammenhange entwickelt, als ob die Trennung derselben, welche wir bei niedrigen Typen finden, übersprungen und ihr späterer vereinigter Zustand auf einmal angenommen würde. Im Gegensatz hiezu trifft man aber einzelne Elemente, welche sich bei anderen Formen aus einfachen langen Streifen hervorentwickeln, hier von vorn herein selbständig, ohne dass also irgend ein Abgliederungsprocess sich nothwendig machte. Das, was früher ein Entwickelungsvorgang war, ist nun zu einem primären Zustand geworden. Ebenso entspricht das erste Auftreten des Hyoidbogens und der Kiemenbogen beim Huhn dem Zustand, welchen dieselben beim Frosch erst nach der Metamorphose erlangen.

592. Es ist merkwürdig, ein wie kleiner Antheil der Gehirnkapsel selbst in Knorpel vorgebildet ist. Es sind dieselben Elemente vorhanden wie in den früheren Fällen, aber ihre Grösse im Verhältniss zum ganzen Gebilde ist viel geringer und ihr totaler Antheil am fertigen Schädel in der That ein sehr untergeordneter. Trotzdem ist die Einheit des Planes deutlich am Auftreten derselben Verknöcherungspunkte im Knorpel zu erkennen, selbst wo dieselben nur ganz unbedeutende Knötchen darstellen. Im Zusammenhange mit diesen auf die Verhältnisse der knorpeligen Theile bezüglichen Thatsachen verweisen wir auf die ansehnliche Grösse der Hautknochen, die Vollkommenheit ihrer Zusammenfügung beim ausgewachsenen Organismus und ihre feste Verbindung mit Knorpelknochen. Wenn man die Parasphenoidelemente beim Huhn mit dem Parasphenoid vergleicht, wie es früher beschrieben

wurde, so werden ihre wesentliche Übereinstimmung sowohl wie ihre speciellen Verschiedenheiten leicht verständlich werden.

593. Im ersten Stadium finden wir einen elementaren Schädel, der aber bereits zu einem Zustand vorgeschritten ist, welcher in niedrigen Formen nur durch Verwachsung und Abgliederung erreicht wurde. Im zweiten Stadium lassen sich die wesentlichsten Umrisse am Schädel erkennen: der Hinterhauptsring und das Orbitonasalseptum sind bereits vorhanden. Es findet sich ein gespaltener Gaumen gleich demjenigen der straussartigen Vögel und die Angularfortsätze des Unterkieferknorpels deuten den Typus an, zu welchem das Huhn gehört. In der nächsten Periode sind zahlreiche Hautknochen und einige Verknöcherungspunkte im Knorpel aufgetreten; die Nasenregion ist bedeutend entwickelt. Im vierten Stadium, immer noch vor dem Ausschlüpfen, hat der Schädel eine grosse Zahl seiner Knochen bekommen, unter denen der Vomer eine bemerkenswerthe Zugabe bildet, und der knöcherne Schädelboden hat in seinem eigenthümlichen Zusammensetzungsprocess Fortschritte gemacht. Jedoch ist es erst die Zeit nach dem Ausschlüpfen, wo einige wichtige Verknöcherungspunkte auftreten und die Verschmelzung der Knochen sehr scharf ausgeprägt erscheint. Dies setzt sich dann allmählich bis zum ausgewachsenen Alter fort, wo bereits die meisten Nähte verwischt sind. Die verhältnissmässige Länge des praecranialen Theiles des Schädels nimmt zu, die Knochen werden dick und fest und zumeist an der Aussenseite glatt. Ein grosser Theil des Nasenlabyrinths bleibt das ganze Leben über knorpelig; etwas Knorpel persistirt auch in der Columella, am Unterkiefer, in den Palatopterygoidabschnitten und im Hyobranchialapparat. Wenn auch knöcherne Ablagerungen in den Geweben des Palatinums und des Pterygoids auftreten, noch bevor sich wirklicher Knorpel darin gebildet hatte, so findet man doch überall in diesen Abschnitten den Knorpel später da, wo die Verknöcherung nicht weiter vorgeschritten ist.

Anhang.

Über den Schädel der Vögel[2].

594. Trotz der grossen Mannichfaltigkeit der äusseren Form, welche man beim Schädel der Vögel antrifft, finden sich doch nur ausserordentlich geringe Modificationen in den allgemeinen morphologischen Beziehungen der Theile. Die Gaumengebilde bieten noch den höchsten Grad der Veränderung dar; dennoch aber lassen sich einige wichtige Merkmale in dieser Hinsicht erst nach sehr sorgsamen Studien erkennen. Bei den straussartigen Vögeln haben wir eine viel grössere Persistenz von Nähten als bei den höheren Formen. Die Parietalia sind merkwürdig lang. Das Rostrum besitzt eine verhältnissmässig ansehnlichere Grösse als bei irgend einer andern Vogelgruppe. Der craniofaciale Einschnitt ist nicht vorhanden. Der Körper des Basisphenoids schiebt sich (unten) zwischen die Öffnungen der eustachischen Röhren, fast bei allen anderen Vögeln aber stossen die Basitemporalia unterhalb dieser Röhren zusammen, so dass letztere neben einander unmittelbar zu beiden Seiten der Medianlinie ausmünden. Blos bei einigen *Struthionidae* sind die eustachischen Röhren in ihrer ganzen Ausdehnung von Knochen umschlossen und dies kommt durch das Vorwachsen eines Wulstes des Basitemporale zu Stande, welcher mit einem andern Wulst vom »praetympanischen Flügel« zusammenstösst. Das Mesethmoid verknöchert das ganze Interorbital- und Nasalseptum. Der Ohrfortsatz des Quadratums spaltet sich nicht in zwei Köpfe und sein vorderes Gabelende behält auch im ausgewachsenen Thier an der Spitze einen Knorpelüberzug. In dieser letzteren Besonderheit wie auch im Bau des Gaumens stimmt die Gattung *Tinamus* mit allen straussartigen Vögeln überein und diese so zusammengesetzte Gruppe könnte man hienach als diejenige der Dromaeognathen (*Dromaeus,* der Emu) bezeichnen. Der Vomer ist sehr breit und vereinigt sich vorn mit den Maxillopalatinplatten, während er hinten die hintern Enden der Palatina und die vordern Enden der Pterygoidea aufnimmt, welche hiedurch verhindert werden, irgend eine ausgedehntere Verbindung mit dem Rostrum einzugehen. Vom Basisphenoid gehen kräftige knöcherne Basipterygoidfortsätze ab und diese articuliren mit den Pterygoidea in der Nähe ihrer äusseren oder hinteren Enden. Die Basitemporalia sind nur schwach entwickelt.

595. Alle anderen Typen zeigen die hinteren Enden der Palatina und die vordern Enden der Pterygoidea in directer Gelenkverbindung mit dem Rostrum. — Das Huhn gehört zum Typus der Schizognathen (mit einem gespaltenen Gaumen). Der Vomer läuft vorn in eine Spitze aus, während er hinten das Rostrum umfasst. Die Maxillopalatinplatten

[2] Siehe Huxley „On the Classification of Birds“, Proc. Zool. Soc. 1867, und „On the Alectoromorphae“, ibid. 1868; ferner Parker, Art. „Birds“, Encycl. Brit. Vol. III.

lassen eine breitere oder schmälere Spalte im Gaumen zwischen sich und dem Vomer offen. Die Gruppe der *Gallinaceae* im engeren Sinn (oder der *Alectoromorphae*) schliesst die Tauben und die *Tinamus* aus. Die anderen wichtigeren Typen der Schizognathen sind die Regenpfeifer, die Kraniche und Wasserrallen, die Möven, Tauben und Alken, und die Pinguine. Bei den Tauben und den Steppenhühnern fehlt der Vomer. Einige, wie der Albatross und die Möven, besitzen ein Os uncinatum oder einen Antorbitalknochen, andere, wie die Colibris und die Kagu, haben Septomaxillaria. Alle mit Ausnahme der *Alectoromorphae* besitzen Mesopterygoidea.

596. Eine mit dem Namen Desmognathen bezeichnete Gruppe lässt sich durch folgende Charaktere unterscheiden: Vomer meistens klein oder fehlend, Maxillopalatinplatten über die Mittellinie hinweg mit einander verbunden, entweder direct oder durch Dazwischentreten von Verknöcherungen in der Nasenscheidewand. Falken und Gänse sind Beispiele dessen, was man als directen Desmognathismus bezeichnen könnte, wo die Maxillopalatinplatten unten in der Mittellinie zusammenstossen ganz wie bei den Säugethieren. Beim Falken hat sich die Nasenscheidewand mit diesem harten Gaumen vereinigt, bei der Gans bleibt sie davon frei. Indirecter Desmognathismus tritt uns bei den Adlern, Geiern und Eulen entgegen: die Maxillopalatinplatten verschmelzen mit dem Nasenseptum, bleiben aber von einander durch eine Spalte getrennt. Bei *Dicholophus cristatus* sind die Maxillopalatinplatten durch eine glatte Naht und nicht durch Verwachsung verbunden. Bei *Megalaema asiatica* verbinden sie sich sehr innig mit einer medianen Verknöcherung unterhalb der Nasenscheidewand, dem »medianen Septomaxillare«, und werden durch diese von einander getrennt. Den am weitesten vorgeschrittenen Zustand könnte man doppelten Desmognathismus nennen, wo nämlich die Palatina sowohl als die Maxillopalatinplatten zusammen verwachsen, um einen continuirlichen Gaumen zu bilden; dies findet sich bei *Podargus* und in etwas geringerem Grade bei den grossen Nashornvögeln. Bei den Enten und Schwänen trifft man zwischen den Palatina ein Paar kleiner Knöchelchen, welche sich gegen die Maxillopalatinplatte erstrecken. Bei einigen *Ardeidae* kommt ein fernerer Knochen, ein Postmaxillare, hinter dem Winkel des Maxillare zur Ausbildung (dies findet sich auch beim Emu). Bei mehreren desmognathen Formen vereinigen sich die Palatina eine ziemliche Strecke weit hinter den hinteren Nasenlöchern und entsenden von ihrer Vereinigungsstelle aus einen verticalen Kamm nach unten. Am grössten ist derselbe beim Pelican, wo alle Theile vor dem sehr beweglichen craniofacialen Scharniergelenk zu einer einzigen Masse verschmolzen sind und das Nasenlabyrinth in fast gänzlich abortivem Zustand vorkommt. Bei *Phoenicopterus* ist der mediane Gaumenkiel vorn ausserordentlich dünn, wo aber die Palatina sich unterhalb des Rostrums ausdehnen, wird von jedem Knochen eine besondere Lamelle nach unten entsendet und diese beiden werden dann durch fibröses Gewebe mit einander verbunden, während zwischen ihnen der Vomer sich einkeilt; die Ethmopalatinsporne sind von enormer Länge. Bei *Sula alba* sind die Basitemporalia verhältnissmässig eben so klein wie bei *Dromaeus*; die kleinen

eustachischen Röhren, welche vom Knochen nicht bedeckt werden, öffnen sich eine kurze Strecke von einander entfernt in einer breiten seichten Grube, wo die drei parasphenoidalen Elemente zusammentreffen. Hier findet sich auch ein Postmaxillare; das craniofaciale Scharniergelenk kommt nahezu demjenigen der Papageien und Tucane gleich; die Columella des Ohres ist sehr lang und gebogen und mit einem langen verschmälerten knorpeligen Infrastapedialfortsatz versehen, der mit einem knöchernen keilförmigen Stylohyale endigt. Das Scharniergelenk für den Unterkiefer liegt sehr weit hinten wie bei den Cormoranen.

597. Bei den (desmognathen) *Aëtomorphae* findet sich in Verbindung mit der hakenförmigen Krümmung des Schnabels noch ein anderer Charakter; die Maxillopalatinplatten sind nämlich allgemein mit einer Verknöcherung unterhalb der Nasenscheidewand oder einem »medianen Septomaxillare« vereinigt. Der Vomer ist unpaarig, die Palatina zeigen oft ein Mediopalatinum, wo sie zusammenstossen, oder ein Paar Mesopterygoidea. Bei einigen Formen ist der Supraorbitalfortsatz des Lacrymale sehr gross, bei anderen (den Habichten u. s. w.) findet sich ein besonderes Supraorbitale an seinem Ende. Beim Sperber haben sich sogar getrennte pterotische und sphenotische Verknöcherungen entwickelt und die Orbitosphenoidea werden vorher in Knorpel angelegt.

598. Die desmognathen Papageien sind sehr gleichförmig gestaltet, indem sie die am weitesten gehende craniofaciale Spalte besitzen mit einem vollkommenen Scharniergelenk zwischen Frontal- und Nasalabschnitt. Ein Vomer fehlt; die Palatina sind hinten vertical verlängert, während sie sich vorn horizontal abflachen und beweglich mit dem Rostrum verbinden. Die Lacrymalia und Postorbitalia (Sphenotica) biegen sich gegen einander und vereinigen sich durch Dazwischentreten eines grossen Os uncinatum oder antorbitale. Bei einigen wird auch die Schläfengrube durch Vereinigung des Jochfortsatzes des Squamosums mit dem Os uncinatum überbrückt. Die Nasenscheidewand stellt eine dicke Knochenwand vor; ein ringförmiges Knöchelchen findet man im Alinasalknorpel bei *Melopsittacus undulatus*; bei *Palaeornis torquata* dagegen ist dieser Theil in grossem Umfange verknöchert und mit dem Oberkiefer verschmolzen, auch die Alinasalmuschel theilweise verkalkt. Die Nashornvögel und Tucane haben ein medianes Septomaxillare vor dem unpaarigen Vomer. Bei *Podargus* stösst man, wenn der untere Gaumenboden abgetragen worden ist, auf drei kleine Knöchelchen, den Vomer (vorn) und zwei Mediopalatina. Bei Eisvögeln und Wiedehopfen fehlt ein Vomer.

599. Der Typus der Aegithognathen (mit Einschluss der Passerinen) kennzeichnet sich durch die Vereinigung der Vomeres mit der Alinasalwand und der Muschel; der Embryo wenigstens besitzt ein Paar »obere Labial«-Knorpel, welche von den Vomern aus entweder theilweise oder ganz zur Verknöcherung gelangen. In den meisten Fällen findet sich ein Septomaxillare der Ecke des Vomer angeheftet. Bei der eben flügge werdenden Krähe stellt die Basitemporalplatte ein nahezu quer verlaufendes Knochenband dar; das Rostrum trägt keine Basipterygoidfortsätze; der craniofaciale Einschnitt ist nahezu vollkommen, aber die Nasalia und

die Nasalfortsätze der Praemaxillaria sind als dünne Sporne in die Frontalia eingesetzt. Die Palatina entwickeln Knorpel an ihrer hinteren (äusseren) Ecke und dieser Theil verknöchert für sich und sehr spät, gleich einem Transpalatinum. Der Mesopterygoidsporn des Pterygoids verschmilzt mit dem Palatinum. Die Maxillopalatinfortsätze sind hakig und abgeflacht. Es findet sich eine Kette von sieben kleinen Tympanicumknochen, von denen der grösste bei der Krähe zu einem vollkommenen Ring wird, welcher das Siphonium umgibt. Bei vielen Aegithognathen ist das Lacrymale auf keiner Entwickelungsstufe zu finden; bei anderen, die dasselbe besitzen, verschmilzt es wenigstens früh entweder mit dem sale vorn oder mit dem Ethmoid hinten.

600. Unvollkommenen Aegithognathismus finden wir bei der Gruppe der Wachteln. Die grossen Labialknorpel verknöchern unvollständig vom Vomer aus und diese Knochen selbst stehen nur durch fibröses Gewebe in fester Verbindung mit dem Nasenlabyrinth. Es lassen sich folgende Formen des vollständigen Aegithognathismus unterscheiden: Erstens bei *Pachyrhamphus, Pipra* u. s. w., wo die Labialknorpel oft nur unvollkommen durch die Vomeres verknöchert werden und diese Stücke von den Ossificationspunkten gesondert bleiben, welche die Alinasalknorpel verknöchern; die Vereinigung der beiden Abschnitte aber ist vollständig. Zweitens bei einer grossen Anzahl Passerinen und bei den Seglern (Cypseliden), wo dieLabialia klein sind und von den Vomeres vollständig verknöchert werden, die knöcherne Ablagerung aber sich zugleich in erheblichem Umfange in die Alinasalwand und die Muschel hinein erstreckt. Drittens ein zusammengesetzter Zustand, nämlich Desmognathismus in einem vollkommen aegithognathen Typus, indem die Maxillopalatina mit einer sehr stark verknöcherten Alinasalwand und einer eben solchen Nasenscheidewand sich vereinigen *(Gymnorhina, Paradisaea, Artamus)*; Nader Transpalatinfortsatz stellt einen langen Spiess dar.

601. Die Gruppe der Saurognathen (Spechte und Wendehälse) zeigt einen Bau ihres Gaumens, welcher auf einer sehr einfachen und eidechsenartigen Stufe stehen geblieben ist, während sie in anderen Hinsichten wieder über jede andere Vogelform hinaus umgewandelt und specialisirt erscheinen. Die wesentlichsten Merkmale sind folgende: Zurückbleiben und Verknöcherung der Trabecularhörner; grosse Anzahl und Selbständigkeit der vomerinen Knochenreihe (Vomeres, Septomaxillaria, medianes Septomaxillare); Fehlen eines selbständigen Mesopterygoids; Vorhandensein eines Mediopalatinums; kein gesondertes Transpalatinum; abortirte Maxillopalatinplatten; ein selbständiges Palatomaxillare nur auf einer Seite. Das Nasenlabyrinth ist aussergewöhnlich einfach. Die untere Muschel, welche bei *Rhea* und *Tinamus* drei Windungen und bei den allermeisten Vögeln zwei besitzt, zeigt bei *Gecinus* nur zwei Flügel und bei *Yunx* beschreibt sie weniger als eine einzige Windung. Bei *Gecinus*, welcher sehr specialisirt ist, hat die Columella zwei Suprastapedialsporne und zwei Infrastapedialbänder, welche mit dem Stylohyale sich vereinigt haben. Die kleinen Ceratohyalia verwachsen bei den Spechten sehr früh zu einem einzigen pfeilspitzenartigen Knochen und hinter diesem folgt

dann ein sehr langes, stark verknöchertes und elastisches Basihyale. Mit diesem hinten verbunden schliesst sich an ein Paar Ceratobranchialia von der halben Länge des ersteren; die Epibranchialia dagegen zeigen die vierfache Länge der Ceratobranchialia und biegen sich, nachdem sie erst zu den Seiten des oberen Halsabschnittes heruntergegangen waren, allmählich nach oben und vorn, wobei sie in eine Furche auf dem Scheitel des Schädels zu liegen kommen, und indem sie sich schwach von der Mittellinie abbiegen, endigen sie schliesslich auf dem Nasendach.

VIII. Capitel.

Der Schädel des Schweins.

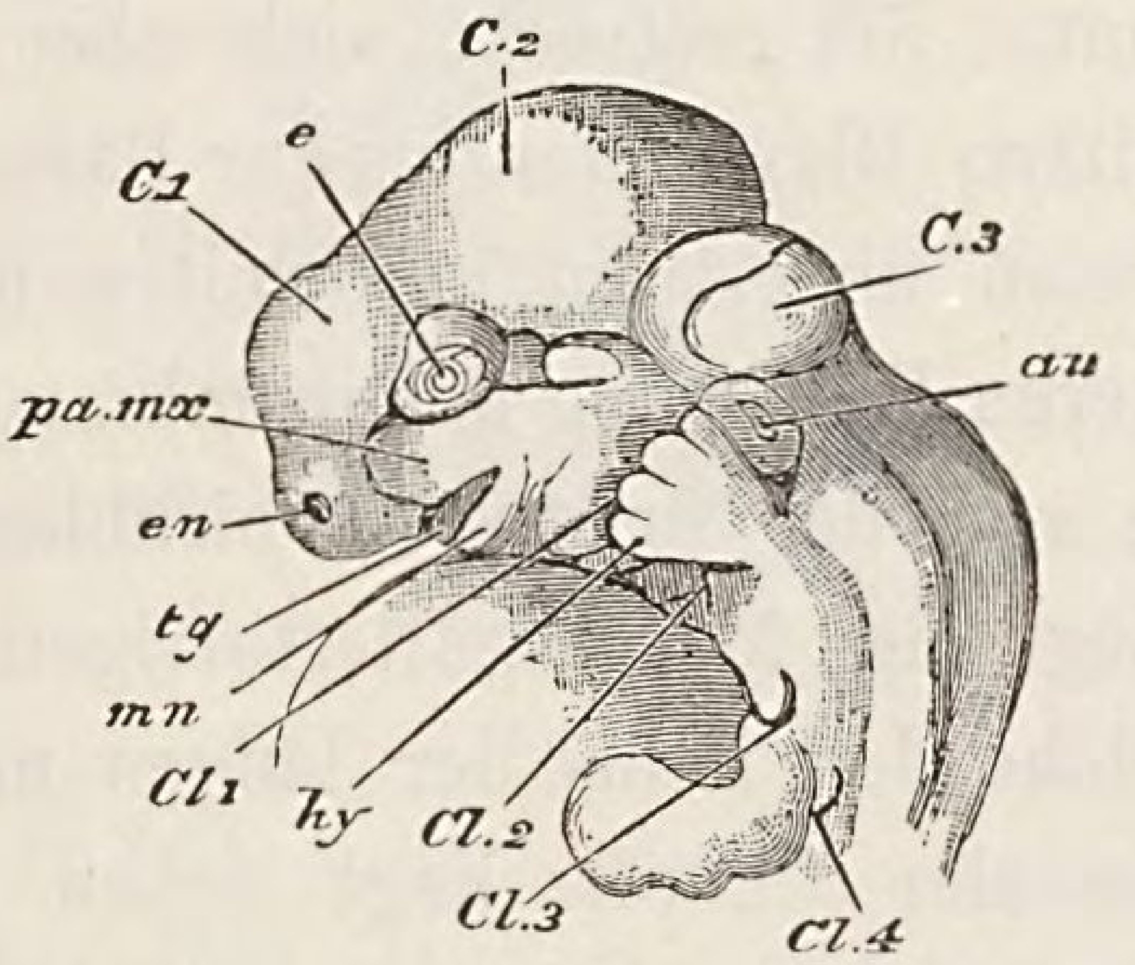
Erstes Stadium: Embryo von $7^1/_2$—8 Linien Länge.

602. Die jüngsten Embryonen des Schweins, bei welchen die ersten Anlagen des Schädels wahrnehmbar sind, bieten in der Schädelgegend eine grosse Ähnlichkeit mit denjenigen niedrigerer Wirbelthiere dar; nichtsdestoweniger aber lassen sich bereits einige eigenthümliche Kennzeichen einer morphologisch höheren Stellung erkennen. In einer vorderen Ansicht zeigt sich die zweite Gehirnblase als die höchste unter den neuralen Auftreibungen, obgleich sie sich nicht bis ganz an die Stirne vor erstreckt; dem entsprechend sinkt der Vorderkopf allmählich ab. Die deutlich ausgebildeten Grosshirnhemisphären nehmen die Mitte der seitlichen Ansicht des Kopfes ein und sind zusammen eher etwas breiter als die zweite Blase. Unterhalb der Hemisphären finden sich die Nasensäcke in nierenförmiger Gestalt; sie werden von unten durch die seitlichen Ecken des Stirnnasenfortsatzes begrenzt, in welchem die Trabecularhörner eingeschlossen sind. Die nicht stark vorragenden Augäpfel sieht man zu beiden Seiten in der Frontansicht, über und hinter den Nasensäcken. Zwischen den letzteren findet sich ein Stirnnasenabschnitt von mittlerer Breite, welcher mit seinen Hörnern den vorderen und oberen Rand des Mundes darstellt. Diese Öffnung liegt gegenwärtig noch ganz unten und quer gelagert und wird seitlich durch Maxillopalatinfortsätze, welche von den continuirlichen oberflächlichen Geweben an der Seite des Kopfes nach vorn und unten vorwachsen, und von hinten her durch den Mandibularbogen begrenzt, welcher unten eine quer gelagerte Spange darstellt und seine beiden Hälften an den Seiten convex nach aussen wendet. Hinter dem

Mund ist die Haut der breiten Kehlgegend continuirlich und an der Bauchseite ohne weitere Merkmale.

603. In einer Seitenansicht (Fig. 76) tritt vor allem die verhältnissmässig bedeutende Grösse der zweiten Gehirnblase *(C.2)* hervor, welche die ganze Scheitelgegend des Kopfes einnimmt. Die dritte Blase *(C.3)* ist viel kleiner und liegt auf tieferem Niveau. Zwischen

Fig. 76.



Schweinsembryo von $^2/_3$ Zoll Länge. Seitenansicht des Kopfes und Halses.

C.1,2,3 Gehirnblasen; *e.n* äussere Nasenöffnung; *e* Augapfel; *au* Ohrmasse; *tg* Zungenanlage; *mn* Mandibularbogen; *pa.mx* Maxillopalatinfortsatz; *cl. 1,2,3,4* Visceralspalten; *hy* Hyoidbogen, bedeckt durch das Ende der vordern Gliedmaasse.

diesen Blasen und der Rückenmarksgegend findet sich eine ansehnliche Eintiefung, deren Halsabschnitt in rechtem Winkel zum Rückentheil gebogen ist, was dem Embryo das wunderliche Ansehen eines Buckligen gibt. Die Riechsäcke sieht man am vorderen unteren Ende des Kopfes, die Augäpfel *(e)* liegen hinter und über denselben in dem Winkel zwischen der ersten und der zweiten Gehirnblase, und die birnenförmigen Ohrsäcke *(au)*, von annähernd derselben Grösse wie die andern Sinneskapseln, liegen unterhalb der hintern Hälfte der dritten Gehirnblase. Die Haut, welche diese Gebilde sowohl wie die benachbarte Gehirnblase überzieht, ist jetzt noch sehr dünn.

604. Die Seitenwand der Mundhöhle und der Kehle zeigt eine continuirliche Haut, die aber unten durch vier auf einander folgende verticale Spalten unterbrochen wird. Der Maxillopalatinfortsatz *(pa.mx)* verbindet sich oben unmittelbar mit der Wand der Mundhöhle und der Kehle und springt nach unten und vorn in der Suboculargegend vor, wobei zwischen ihm und dem Augapfel eine Spalte offen bleibt.

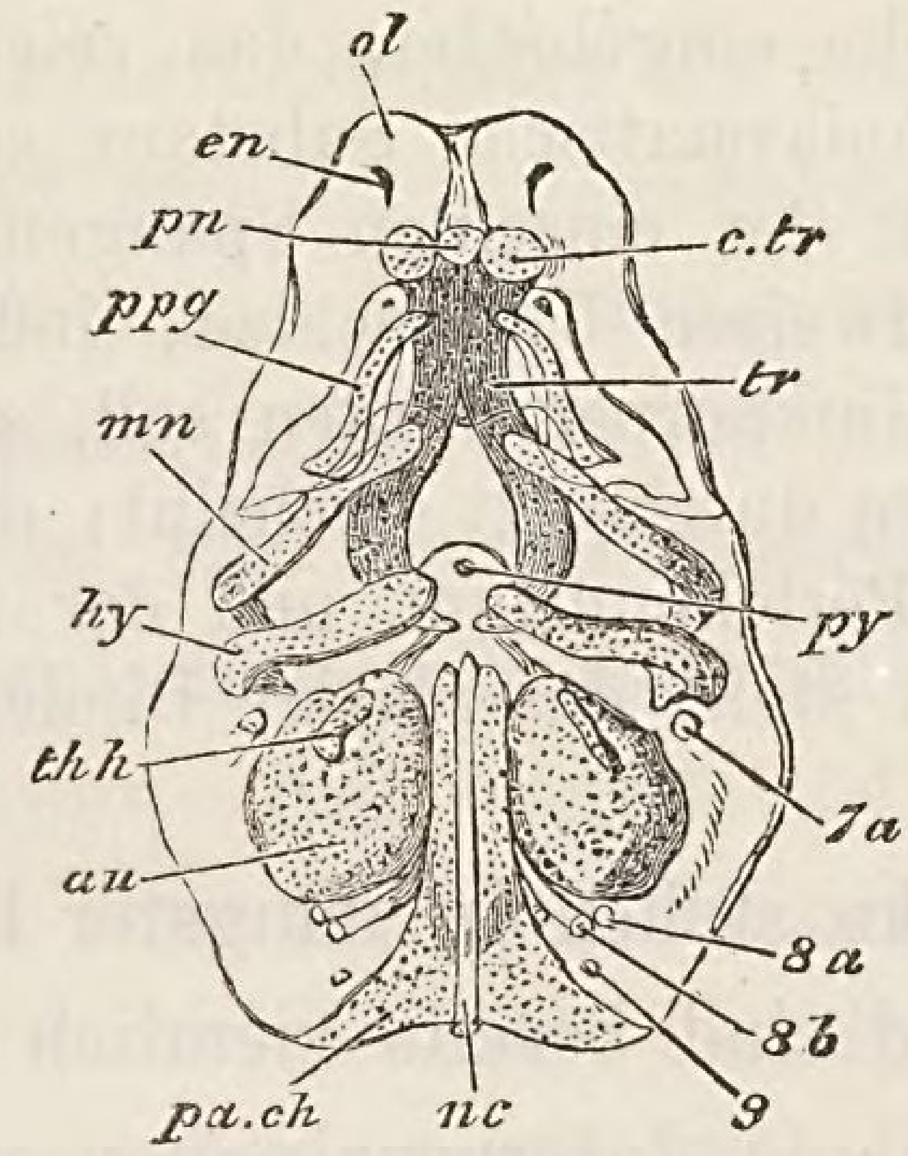
Die hinteren Visceralspalten werden von der handförmigen Anlage der nach vorn gerichteten vorderen Gliedmaasse bedeckt.

605. In einem senkrechten medianen Längsschnitt lässt sich wahrnehmen, dass die Gehirnblasen hohl sind und nur einen dünnen Überzug von zarter Nervensubstanz besitzen, welcher das membranöse Cranium auskleidet. Die mittlere Kopfkrümmung ist hier sogar noch stärker als bei anderen Typen. Die unter der hinteren Gehirnblase liegende Chorda biegt sich plötzlich nach oben, so dass sie vor dieselbe zu liegen kommt. Sie erstreckt sich aber nicht bis gegen das vordere Ende der dritten Blase oder bis zur Basis der zweiten, sondern endigt mit einer freien abgestumpften Spitze unmittelbar gegenüber jener oberen und hinteren Einfaltung des membranösen Craniums, welche theilweise die zweite von der dritten Gehirnblase trennt. Über der Spitze der Chorda liegt eine Masse gallertartigen Stroma's (die „mittlere Trabecula"), welche den Hilus der langen nierenförmigen zweiten Blase einnimmt. Vor der Chorda liegt neben ihrem nach oben gebogenen Theil der Pituitarkörper und unmittelbar vor diesem die kleine erste Gehirnblase, welche ihre grossen Hemisphären trägt. Die innere Carotis ist bereits zu beiden Seiten des Pituitarkörpers zu erkennen.

606. Hyaline Parachordalknorpel (Fig. 77, *pa.ch*) sind bereits vorhanden, sie liegen aber etwas unterhalb des Niveaus der Chorda *(nc)* zu beiden Seiten, folgen ihrer Biegung und endigen eine kurze Strecke hinter ihrer Spitze. Die Ohrkapseln liegen nach aussen von den Parachordalknorpeln und ihre Wände beginnen bereits zu verknorpeln. Sie stellen höckerige Körper dar, mit einem ziemlich geraden inneren Rand und einer etwas lappigen äusseren Kante und sind hinten am breitesten. Der Aquaeductus vestibuli bleibt als eine Öffnung im Knorpel am oberen inneren Rand bestehen; der Facialis tritt ein wenig hinter demselben in die Kapsel ein und nimmt seinen Weg durch den Aquaeductus (Canalis) Fallopii. Die halbkreisförmigen Canäle sind eben im Begriff, von der hinteren oberen Region der Ohrhöhlung hervorzuknospen, und die Schnecke wird durch einen griffelförmigen vorderen Vorsprung derselben Höhle angedeutet. Äusserlich zeigt sich eine Lücke in der Kapsel, welche mit einem Pfropf von gallertartigem Stroma ausgefüllt wird. Der Glossopharyngeus *(8a)*, der Vagus *(8b)* und der Hypoglossus *(9)* treten durch die weiche Masse im hinteren Winkel zwischen dem Ohrsack und dem Parachordalknorpel aus. Der Trigeminus lässt sich vor dem Ohrsack wahrnehmen.

607. Die Trabeculae *(tr)* sind bereits im vorderen Abschnitt des Schädelbodens deutlich ausgebildet. Sie liegen unterhalb der Riechsäcke und der ersten Gehirnblase und erstrecken sich nach oben und

Fig. 77.



Schweinsembryo von $^{2}/_{3}$ Zoll Länge. Die einzelnen Schädelelemente, in etwas schematischer Darstellung, von unten gesehen. *pa.ch* Parachordalknorpel; *nc* Chorda; *au* Ohrkapsel; *py* Pituitarkörper; *tr* Trabeculae; *c.tr* Trabecularhorn; *p.n* Praenasalknorpel; *e.n* äussere Nasenöffnung; *ol* Nasenkapsel; *p.pg* Palatopterygoidabschnitt, im Maxillopalatinfortsatz eingeschlossen; *mn* Mandibularbogen; *hy* Hyoidbogen; *th.h* erster Kiemenbogen; *7a* Facialis; *8a* Glossopharyngeus; *8b* Vagus; *9* Hypoglossus.

hinten, um den Pituitarkörper zu umfassen. Sie sind gleich den krummen Armen eines Tasterzirkels geformt, deren spitze (chordale) Enden etwas von einander abstehen. Sie reichen fast bis in die Gegend des vorderen Endes der Parachordalia nach hinten, haben aber eine erheblich tiefere Lage. Die trabeculäre Krümmung ist nicht etwa im Anschluss an die Seiten des Pituitarkörpers geformt, sondern hebt sich stark davon ab und der intertrabeculäre Raum ist dem entsprechend viel umfänglicher als jener Körper. In ihrem vorderen Abschnitt verwachsen die Trabeculae sehr früh mit einander und verdicken sich; die Commissur vergrössert sich dann allmählich nach hinten hin, bis der noch nicht verwachsene Theil blos dem Umfang des Pituitarkörpers entspricht. Das vordere Ende jeder Trabecula nimmt jedoch nicht an dieser Verschmelzung theil, sondern wird zuerst keulenförmig und biegt sich dann etwas nach aussen und unten, um das Trabecularhorn darzustellen *(c.tr)*, und dieses bringt dann zu beiden Seiten in der Haut des Gaumens und median von den inneren Nasenlöchern einen schwachen Vorsprung hervor. Zwischen diesen vorspringenden Hörnern entsteht

früh ein medianer, nach hinten gerichteter Fortsatz, welcher einen unpaarigen Auswuchs von der Trabecularcommissur einschliesst, der Praenasal- oder Rostralfortsatz (Fig. 77, 78, *pn*).

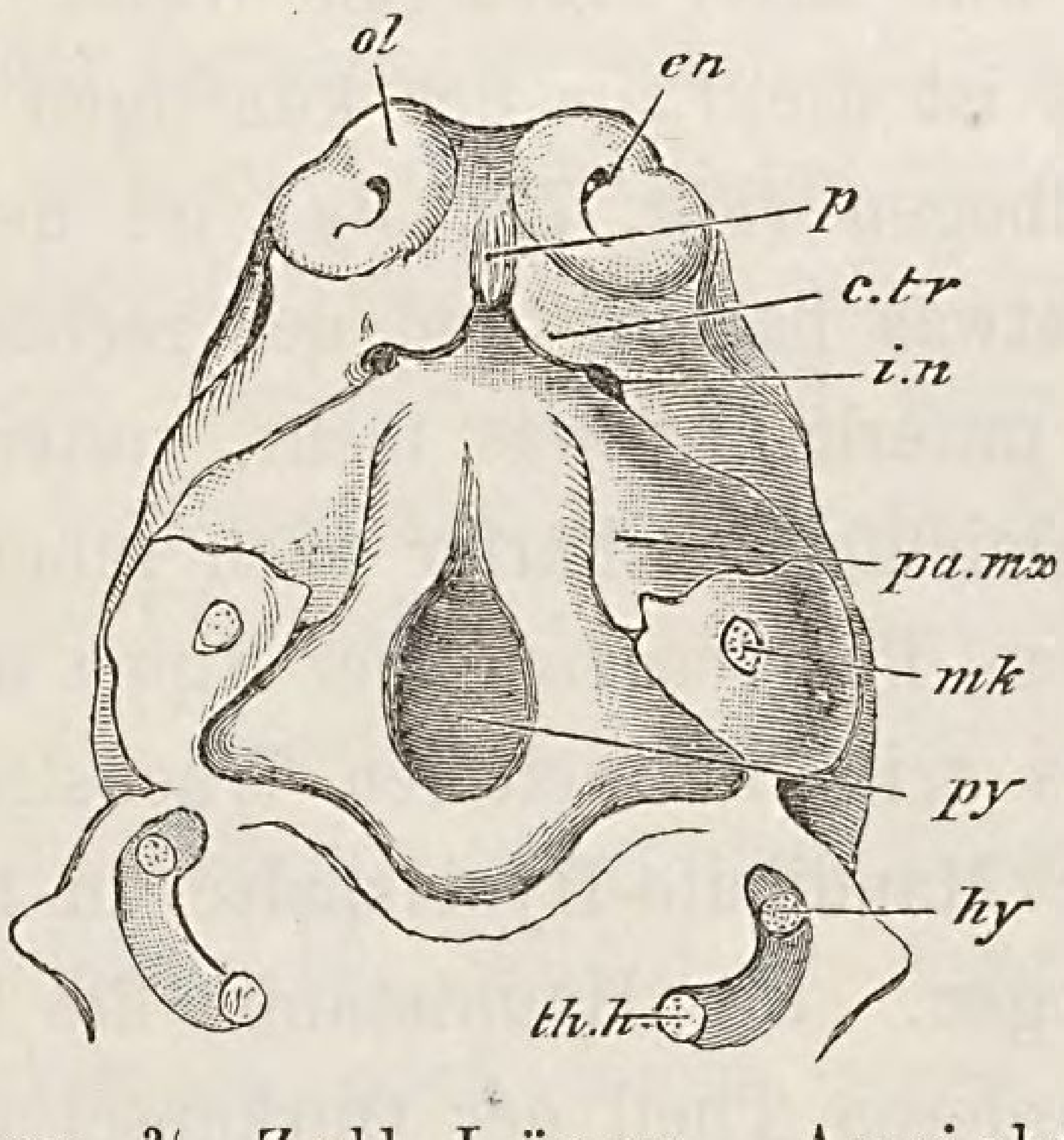
608. Die Trabeculae sowie die übrigen Schädelelemente sind noch nicht eigentlich knorpelig, obwohl deutlich abgegrenzt; dabei sind sie in einem gallertartigen Gewebe eingebettet, das reichlich mit jungen Zellen durchsetzt ist, deren protoplasmatische Substanz sehr lebhaft Carmin aufnimmt. Die Differencirung der einzelnen Spangen beruht also bis dahin nur erst auf einem gradweisen Unterschied, indem derjenige Theil des Blastems, welcher zu Hyalinknorpel werden soll, am festesten ist und am stärksten mit jungen Zellen durchsetzt erscheint; diesem steht am nächsten das soeben sich bildende Perichondrium, und der am meisten gallertartige Theil ausserhalb desselben stellt das blasige Bindegewebe in rudimentärem Zustand dar.

609. Die Nasensäcke stehen in innigster Beziehung zum vorderen Theil der Trabeculae und sind bereits ziemlich complicirt. Man findet eine quadratförmige mediane Internasalregion von ansehnlicher Dicke unterhalb der ersten Blase und vor dem gegenwärtig nach unten gewendeten Trabecularende. Die inneren Wandungen der Nasenhöhlen sind einfach, aber die äusseren Wände zeigen verschiedene, nach innen vorspringende Fortsätze. Dahin gehört ein unterer zweilappiger Fortsatz, dessen vorderer Lappen zur Alinasalmuschel (Fig. 79, S. 276), der hintere dagegen zur unteren Muschel wird. Eine andere Anschwellung unter dem Vordertheil des Nasendaches stellt die erste Anlage der Nasenmuschel dar, während eine in der hinteren Ecke unterhalb des Riechschenkels liegende Masse der oberen und der mittleren Muschel und der eigentlichen Riechgegend den Ursprung gibt. In Folge der Anwesenheit dieser Fortsätze ist der Nasengang bereits vielfach gewunden: erst steigt er empor, wendet sich dann nach hinten und dann wieder nach unten; die äusseren und die inneren Nasenlöcher aber liegen auf demselben Niveau und werden durch den nach vorn gewendeten Theil des Maxillopalatinfortsatzes und das die Trabecularhörner umschliessende Gewebe von einander getrennt.

610. Die Internasalmasse enthält ein Paar knorpelige Scheidewandlamellen, deren jede unten mit der entsprechenden Trabecularhälfte an ihrem inneren und oberen Rand ziemlich nahe der Mittellinie zusammenhängt und so eine concave innere Wand für jeden Nasensack darstellt. Der Bogen erstreckt sich in ziemlicher Ausdehnung in die obere Nasenumgrenzung hinein und mag als Aliseptalknorpel bezeichnet werden.

611. Es ist bereits darauf hingewiesen worden (§ 602), dass die Nasensäcke unterhalb der Grosshirnhemisphären liegen. Ein verticaler Querschnitt durch den Kopf in der Gegend der inneren Nasenlöcher durchschneidet die Riechschenkel, welche hier theilweise durch eine mediane Ethmoidalscheidewand von mesoblastischem Gewebe getrennt werden, während die Trabeculae als rundliche Stäbe etwas unterhalb dieser Scheidewand und die unregelmässig gestalteten Nasensäcke unter der Schädelhöhlung und nach aussen von den Trabeculae liegen. Der dicke Maxillopalatinfortsatz stellt den äusseren und unteren Rand des Querschnittes dar (s. Fig. 78) und umschliesst in dem Theil, welcher dem inneren Nasenloch unmittelbar anliegt, das kleine Rudiment des Palatopterygoidbogens. Am oberen und äusseren Abschnitt des Maxillopalatinfortsatzes wird die Spalte zwischen ihm und der oberen Gesichtsregion (§ 604) durchschnitten; dieselbe wendet sich nach unten in den hinteren Theil des Nasenganges und nach oben gegen die Basis des vorderen Theiles der Augenhöhlengegend (den zukünftigen inneren Augenwinkel) und wird später zum Thränencanal.

Fig. 78.



Schweinsembryo von $^2/_3$ Zoll Länge. Ansicht des Gaumens von unten, nachdem der Unterkiefer und der untere Theil des Schlundes entfernt worden sind.

p Vorsprung, welcher den Praenasalknorpel einschliesst; *c.tr* ein eben solcher, der das Trabecularhorn bedeckt; *ol* Nasensack; *e.n* äusseres Nasenloch; *i.n* primäres inneres Nasenloch; *pa.mx* Maxillopalatinfortsatz; *mk* Querschnitt des Meckel'schen Knorpels; *hy* Durchschnitt durch den Hyoidbogen; *th.h* Durchschnitt durch den Kiemenbogen, dem unteren Theile des Hyoidbogens angelagert; *py* Gewebe unterhalb der Pituitargrube.

612. Die Palatopterygoidbogen (Fig. 77, *p.pg*) sind gegenwärtig weniger bestimmt ausgebildet als die übrigen Skeletelemente. Sie

stellen schmale, S-förmig gekrümmte, körnige Stäbe dar, längs des inneren Randes der Maxillopalatinfortsätze verlaufend, welche sich nach innen ausdehnen, um einen ansehnlichen Theil des Gaumendaches zu bilden. Vorn setzen sich jene unterhalb der Trabecularregion fort und nähern sich dabei einander, ohne jedoch zusammenzustossen, sodass hiedurch ein primärer gespaltener Gaumen oder eine mediane Gaumenhöhlung entsteht. Die hinteren Enden der Palatopterygoidstreifen divergiren nach aussen, statt sich wie die postoralen Bogen nach innen zu wenden.

613. Die Mandibularbogen (Fig. 77, *m.n*) sind viel kräftiger und vollkommener ausgebildet als die Palatopterygoidea; sie nehmen den grössten Theil der unteren Kinnlade ein, stossen aber noch nicht in der Mittellinie zusammen. Jeder Ast ist S-förmig gekrümmt und am proximalen Ende stark hakenförmig nach innen gewendet, um sich gegen den Ohrsack hin zu erstrecken. Er steht in inniger Beziehung zur ersten Visceral- oder zur Mandibulo-Hyoidspalte, welche längs seines oberen Abschnittes in Folge der Dicke der Schlundwand eine ziemliche Tiefe besitzt. Die Spalte wird dann aber an der Stelle, wo der Mandibularbogen mit ihrer vorderen Wand in Berührung tritt, eingeschnürt, und dies ist die Lage des künftigen Trommelfells.

614. Der Hyoidbogen (Fig. 77, *hy*) ist dem Mandibularbogen sehr ähnlich, jedoch etwas flacher, und der rechte und der linke Ast nähern sich einander unterhalb etwas mehr, unter stumpfem Winkel; die obere Spitze ist gleichfalls schärfer nach innen gewendet, weshalb die Schulter gleich dem Tuberculum einer Rippe nach aussen vorsteht. Die Spitze des Bogens tritt im weiteren Wachsthum von hinten her in Beziehung zu der Mandibulo-Hyoidspalte in ähnlicher Weise wie der davor liegende Bogen. Der Hauptstamm des Facialis *(7a)* wendet sich rings um den vorderen Theil der Ohrkapsel und hinter der Ecke des Hyoidbogens herum nach hinten. Eine gewisse Strecke hinter dem Hyoidbogen findet sich im unteren Abschnitt des dritten Visceralbogens *(th.h)* auf jeder Seite ein viel kleinerer Knorpel, dem vorderen Abschnitt der Seiten des Kehlkopfs angelagert, ein Gebilde, das den Kiemenspangen der niedrigeren Wirbelthiere homolog ist.

615. Das Primordialskelet dieses ausserordentlich hoch specialisirten Säugethiers ist so einfach gebaut wie dasjenige des niedrigsten Fisches, den wir untersuchten, und der Kopf mit seiner ausgeprägten mesocephalischen Krümmung lässt sich sehr wohl mit dem eines

Rochen oder eines Frosches vergleichen. Die einzelnen Elemente sind deutlicher von einander gesondert als beim Hühnchen. Alles drängt uns die Überzeugung von der grossen Dauerhaftigkeit des morphologischen Eindrucks auf: die Visceralspalten, welche hier auftreten und welche mit Ausnahme einer einzigen sämmtlich nur vorübergehende Gebilde sind, finden sich in grösserer Anzahl als die Bogen, welche Einiges zur Bildung des ausgewachsenen Skelets beitragen. Der Embryo des luftathmenden Schweines legt Zeugniss ab von seiner Verwandtschaft mit Formen, welche durch Wasser athmen. Der praenasale Vorsprung und die kleinen Trabecularhörner sind fernere Offenbarungen des Zusammenhangs mit andern Typen, wenn sie sich auch in der späteren Entwickelung sinnreich anpassen und verbergen.

616. Das Schwein liefert aber auch schon auf dieser Stufe Beweise für die Höhe seines Typus. Die wichtige hintere Sattellehne ist bereits dadurch vorbereitet, dass die Parachordalia sich so hoch über das Niveau der Trabeculae nach oben biegen. Das frühe Verschmelzen der Trabeculae in der Internasalgegend und das Auftreten der ersten Anlagen von Muschelfalten zu einer Zeit, wo die Sinneskapseln noch ziemlich von gleicher Grösse sind, weisen schon auf das künftige Überwiegender Geruchsorgane hin. Ein besonderer Palatopterygoidabschnitt findet sich in dem Maxillopalatinfortsatz des Mandibularbogens, aber das Palatopterygoid selbst zeigt keine Spur davon, dass es ein Fortsatz vom Mandibularknorpel wäre. Die wesentlichsten Bogen des Schädels beginnen sich bereits an ihren proximalen Enden zu sondern; die erste Visceralspalte bekommt einen gewundenen Verlauf und die Spitze des Mandibularbogens (der künftige Griff des Hammers), welche offenbar mit der Spitze des Ohrfortsatzes am Quadratum der Vögel zu vergleichen ist, wächst in einer Weise, wie es beim Hühnchen nicht vorkommt, nach innen gegen die Spalte hinein, so dass sie vom Trommelfell umhüllt wird.

617. So begegnen wir also hier bei unserm letzten Typus denselben Parachordal- und Trabecularelementen im Schädelboden und denselben Beziehungen der Chorda wie in den früheren Fällen, nebst zwei Hauptbogen, dem Mandibular- und Hyoidbogen, und kleineren Rudimenten des Palatopterygoids und des ersten Kiemenbogens. Alle diese Theile sind von Anfang an deutlich gesondert. Aber bereits finden sich zwei Öffnungen für jede Nasenhöhle, die annähernd auf demselben Niveau liegen, und die „hintern Nasenlöcher" öffnen sich in dem vor-

dern Abschnitt der Mundhöhle wie bei Dipnoern und Amphibien. Das Dach dieser Höhle oder der primäre Gaumen wird vom Schädelboden gebildet. Würde der Knorpel frei weiter wachsen und die verschiedenen Spangen unter einander verbinden, so ergäbe das ein ganz gutes Seitenstück zu dem knorpeligen Schädel von Lepidosiren.

Zweites Stadium: Embryonen von 1 Zoll Länge.

618. In diesem Stadium hat die Verknorpelung entschieden begonnen, wenn auch die Zellen des Hyalinknorpels noch dicht beisammen liegen. Auch die Verknöcherung hat schon in den mit dem Mund zusammenhängenden fibrösen Abschnitten ihren Anfang genommen. In der Nasen- und der Ohrgegend ist die Differencirung der Theile sehr rasch vor sich gegangen, während der ganze Embryo blos um die Hälfte länger wurde. Die mesocephalische Krümmung hat sich theilweise ausgeglichen, jedoch stehen die Spitze der Chorda und die Richtung der Parachordalia immer noch in ziemlich starkem Winkel zu den Trabeculae.

619. Die Parachordalia sind in bedeutender Ausdehnung rings um die Chorda herumgewachsen, stossen aber vor derselben noch nicht zusammen. In der Gegend zwischen den Ohrkapseln sind sie schmal und werden dahinter viel breiter, wo sie mit dem innern und hintern Rand der periotischen Massen verwachsen; nach hinten erstrecken sie sich noch erheblich über letztere hinaus und endigen beiderseits zugespitzt. Der knorpelige Hinterhauptsring ist in der Entwickelung begriffen.

620. Die Trabeculae sind in ihrer ganzen Ausdehnung verschmolzen, mit Ausnahme der Gegend rings um den Pituitarraum herum, welcher selbst einen knorpeligen Boden erhält, und dieser Knorpel vereinigt sich mit dem Parachordalknorpel unterhalb des Niveaus der Sattellehne. Der Schädelboden nimmt seitlich durch trabeculare Auswüchse in ähnlicher Weise an Breite zu, wie der Hinterhauptsring sich bildete; so entstehen denn Alisphenoid- und Orbitosphenoidlamellen.

621. Der Alinasalknorpel ist bis zum Vorderende der Nasenregion zur vollständigen Ausbildung gelangt und die primären Hälften desselben verschmelzen mehr oder weniger mit den Trabeculae und ihren Hörnern und stellen eine einzige knorpelige Scheidewand dar. Dieselbe ist vorne dick und niedrig, hinten dagegen, in der Mesethmoid-

gegend, bedeutend dünner und höher. Die äussere Nasenwandung ist ganz verknorpelt und entsendet Knorpelfortsätze in die verschiedenen Muschelfalten hinein. In der Basis des Mesethmoids findet man keine Spur von getrennten Trabeculae: jene Lamelle verdickt sich einfach allmählich gegen ihre Basis hin, und unmittelbar nach aussen von der sie von unten bedeckenden Schleimhaut liegt zu beiden Seiten das innere Nasenloch. Der Basis des Mesethmoidabschnitts legt sich sodann eine langgestreckte körnige Masse von unten an, welche endostotisch verknöchert, um den unpaarigen Vomer zu bilden. Ein dichtes Praemaxillarstroma, das sich vorne unter den Trabecularhörnern findet, steht auf dem Punkte zu verknöchern, während ziemlich weit davon entfernt zu beiden Seiten der Ethmoidgegend, über und ganz getrennt von einer noch rudimentären Zahnpulpa, der erste zarte Anfang des Maxillare wahrzunehmen ist. Der zusammengedrückte körnige Palatopterygoidstreifen liegt erheblich medianwärts von dieser Zahnpulpa und begrenzt die mediane Gaumenspalte.

622. Im Ohrsacke sind nun die halbkreisförmigen Canäle und die Windungen der Schnecke zur Differencirung gelangt. Die mittlere lappige Vorragung an der äusseren Wand der Kapsel, welche wir im ersten Stadium gefunden hatten, hat sich grösstentheils von der übrigen Wand des Ohrsackes losgelöst, bleibt aber in Gestalt eines Pfropfs daran hängen, aus welchem sich dann der in der Fenestra ovalis liegende Stapes bildet. Er trägt auf seiner äussern Fläche zwei papillenartige Erhöhungen und wird von aussen durch ein Gewebe bedeckt, welches zu verknorpeln beginnt.

623. In Folge der Verdickung der Seitenwand des Schlundes hat sich die erste Visceralspalte so sehr verlängert, dass sie nun schon als tympano-eustachische Röhre bezeichnet werden kann, deren eustachischer Abschnitt vorwärts gegen die Mundhöhle gerichtet ist, während ihr Tympanicum- (Paukenhöhlen-) Abschnitt durch die Ausbildung des Trommelfells abgeschlossen wird, sobald das obere Ende des Mandibularbogens nach innen gegen die Ohrkapsel hereinwächst. Ein äusserer Gang ausserhalb der Paukenhöhle legt sich dadurch an, dass eine deckelförmige Hautfalte rings um die ursprüngliche Öffnung dieser Spalte hervorwächst; bald tritt auch Knorpel in dieser Falte auf. Der äussere Rand der periotischen Masse springt als pterotischer Wulst oder Tegmen tympani vor, das die oberen Enden sowohl des Mandibular- als des Hyoidbogens bedeckt und theilweise umgibt.

624. Die Mandibularspange krümmt sich an ihrem proximalen Ende mehr und mehr nach innen, so dass sie hier vollkommen hakenförmig wird (s. Fig. 80 u. 81, welche sie in einem späteren Stadium darstellen). Sie zeigt ein kleines kugeliges Ende und einen verdickten Abschnitt an der Umbiegungsstelle oder Schulter, welche mit dem obern Theil des nächsten Bogens articulirt. Die nach innen gekrümmte Spitze wird zum Griff oder zur Handhabe des Hammers, während der übrige Theil den Meckel'schen Knorpel darstellt. Es ist das Hereinwachsen des Griffs in den Paukencanal hinein und über denselben weg, wobei er die Haut vor sich herdrängt, was zur Entstehung des Trommelfells den Anlass gibt. Der Kopf des Hammers wächst ferner an seiner Verbindungsstelle mit dem Haupttheil des Bogens zu einem Vorsprung aus, welcher zur Befestigung des Musc. tensor tympani bestimmt ist.

625. Der proximale Abschnitt des Hyoidbogens ist mehr differencirt als der vorhergehende Bogen, auch erfährt er eine deutliche Gliederung. Der einwärts gekrümmte und nach hinten gewendete Haken hat sich vom Schaft des Bogens abgelöst und gestaltet sich zum Ambos mit seinen verschiedenen Fortsätzen aus, während der übrige Theil des Bogens seine Lage längs des Ambos allmählich nach hinten verlegt; sein proximales Ende wird zweiköpfig, um äusserlich mit dem Tegmen tympani zu articuliren, an der Innenseite aber unmittelbar vor dem Austritt des Facialis sich mit dem Ohrsack zu vereinigen.

626. Es war der Tuberculum-förmige Theil oder die Schulter des noch ungegliederten Bogens, welcher mit dem Mandibularbogen in Berührung trat, wo derselbe nach hinten wuchs und das Trommelfell bildete, während die Spitze oder der Kopf nach innen und hinten gegen den Ohrsack gerichtet war. Dem entsprechend erscheint denn auch, nachdem die Abgliederung stattgefunden hat, der Tubercularabschnitt des Hyoidbogens als vorderes äusseres Ende des Ambos, das mit dem Kopf des Hammers in Gelenkverbindung steht (Fig. 81). Ein kleiner Vorsprung tritt an der äussern Kante des Ambos auf, um den kurzen Schenkel (oder Fortsatz) zu bilden; der gegen den Ohrsack wachsende Theil bleibt als langer Schenkel übrig und das kleine rundliche Köpfchen des letzteren stellt den Orbicularfortsatz dar, welcher mit dem Stapes in innige Berührung kommt.

627. Der distale Abschnitt des Mandibularbogens erstreckt sich im Unterkiefer nach vorn, wobei er von der Aussenseite her halb umschlossen wird durch eine Masse körnigen Gewebes oder eben ent-

stehenden Knorpels, auf dem Querschnitt nierenförmig erscheinend, in dessen Axe der Knochen des Dentale zur Ausbildung kommt. Der vom Hyoidbogen übrig gebliebene Theil (den man als Stylo- und Ceratohyale bezeichnen kann) dehnt sich nach unten gegen den Vordertheil des Kehlkopfs aus, wo er sich an einem medianen Knorpel, dem ersten Basibranchiale (dem Basihyale der menschlichen Anatomie) befestigt; dieses selbst liegt zwischen einem Paar kleiner Knorpelstückchen, welche den ersten Kiemenbogen repräsentiren.

628. An diesem winzigen Embryo lassen sich bereits einige der Merkmale unterscheiden, welche für das ausgewachsene Thier in Hinsicht auf seine Zugehörigkeit zur Classe der Säugethiere charakteristisch sind. Die Verknorpelung hat grosse Fortschritte gemacht und nähert sich rasch ihrer Vollendung. Die Chorda ist noch sichtbar, aber schon hat sich die Basilarplatte gut ausgebildet, wenn sie auch nur erst unvollkommen mit den Ohrkapseln verbunden ist, und der Exoccipitalabschnitt ist in der Entstehung begriffen. Die Trabeculae sind fast vollständig mit einander verwachsen, aber noch nicht mit der Basilarplatte vereinigt, jedoch wachsen in der Ali- und der Orbitosphenoidregion seitliche Knorpelplatten hervor. Die Schnecke und die halbkreisförmigen Canäle haben bestimmte Gestalt gewonnen. Das Nasenlabyrinth hat an Grösse und Vollständigkeit zugenommen und statt zweier getrennter innerer Nasenwände findet man jetzt eine mediane Scheidewand. Die Trabecularhörner erscheinen als rückwärts verlaufende Knorpelstücke.

629. Der Gaumen ist immer noch deutlich gespalten und vom Vomer und den Maxillaria sind nur erst Rudimente vorhanden. Der Palatopterygoidstreifen gelangt nicht vollständig zur Verknorpelung, sondern fängt bereits an zu verknöchern. Im Gegensatz hiezu verknorpelt das Stroma des Dentale (das sich deutlich vom Meckel'schen Knorpel abhebt) in bedeutendem Umfange, bevor es verknöchert. Das äussere Ohr beginnt ebenfalls knorpelig zu werden, während die proximalen Abschnitte der beiden wichtigsten Visceralbogen rasch ihre definitiven Beziehungen annehmen. Die Spitze des Mandibularbogens gestaltet sich zu den Theilen des Hammers um, ohne dass irgend welche Abgliederung stattfände, während der Hyoidbogen, indem er sich nach vorn krümmt und mit dem Hammer in Gelenkverbindung tritt, den Ambos entstehen lässt, welcher überdies mit dem aus dem Gewebe der Ohrkapsel entstandenen Stapes in nähere Beziehung kommt.

Nachdem sich der Ambos vom Haupttheil des Hyoidbogens abgegliedert, zieht sich dieser nach hinten zurück, nähert sich dem Stapes und tritt durch ein Interhyalligament mit diesem und der Ohrkapsel in Verbindung.

Drittes Stadium: Embryonen von $1^1/_3$ Zoll Länge.

630. Continuirlicher Knorpel nimmt nun den ganzen medianen Theil der basicranialen und der Gesichtsregion ein, die Seitenwände der Schädelhöhle sind theilweise verknorpelt, der Hinterhauptsring ist vollständig geworden. Die Parachordalia haben sich zu einer Basilarplatte vereinigt, welche die zusammengeschrumpfte Chorda ganz einschliesst (Fig. 80). Das Vorderende der Basilarplatte bildet zugleich die hintere Umgrenzung des Pituitarraumes (die hintere Sattellehne, Fig. 79, *p.cl*), steigt aber verhältnissmässig nicht so hoch empor und beschreibt auch nicht eine so weit nach oben gebogene Curve wie die Parachordalia im ersten Stadium. In dieser hintern Sattellehne ist kein Überrest der Chorda mehr zu finden — in scharfem Gegensatz zum ersten Stadium, wo die Chorda über die Parachordalia hinaus nach vorn sich erstreckte.

631. Die Basilarplatte *(b.o)* verschmälert sich zwischen den Ohrkapseln, welche mit ihr zusammenhängen; innen und ganz besonders hinten liegen sie mit derselben auf gleichem Niveau, während sie sich nach aussen hin empordrängen, sodass sie die untere Hälfte der seitlichen Schädelwand darstellen. Hinter den Ohrmassen verbreitert sich die Basilarplatte und biegt sich auf beiden Seiten allmählich nach oben, um den Hinterhauptsbogen zu bilden. Der Supraoccipitalabschnitt *(s.o)* ruht auf der hintern Hälfte der Ohrkapseln und hängt unmittelbar mit denselben zusammen. Das Foramen magnum *(f.m)* ist weit und quer elliptisch, mit einem medianen oberen Einschnitt; nach aussen vom Foramen liegen die halbmondförmigen Gelenkhöcker, die sich gegen die Mittellinie abwärts und einwärts wenden.

632. Die Öffnung für den Vagus und den Glossopharyngeus (Fig. 79, *8*) liegt unmittelbar hinter der Ohrmasse nach innen zu, diejenige für den Hypoglossus etwas hinter dieser. Der in die Schädelhöhle vorspringende Ohrknorpel zeigt verschiedene Eintiefungen und Öffnungen. Unterhalb des Bogens des vorderen Canals liegt eine Vertiefung zur Aufnahme eines Fortsatzes des Cerebellums (des Flocculus); vorn unten durchbohren der Facialis und der Gehörnerv dicht

neben einander, jedoch durch eine deutliche Brücke getrennt, den Knorpel. Die Beschaffenheit der Ohrhöhlung soll später beschrieben werden.

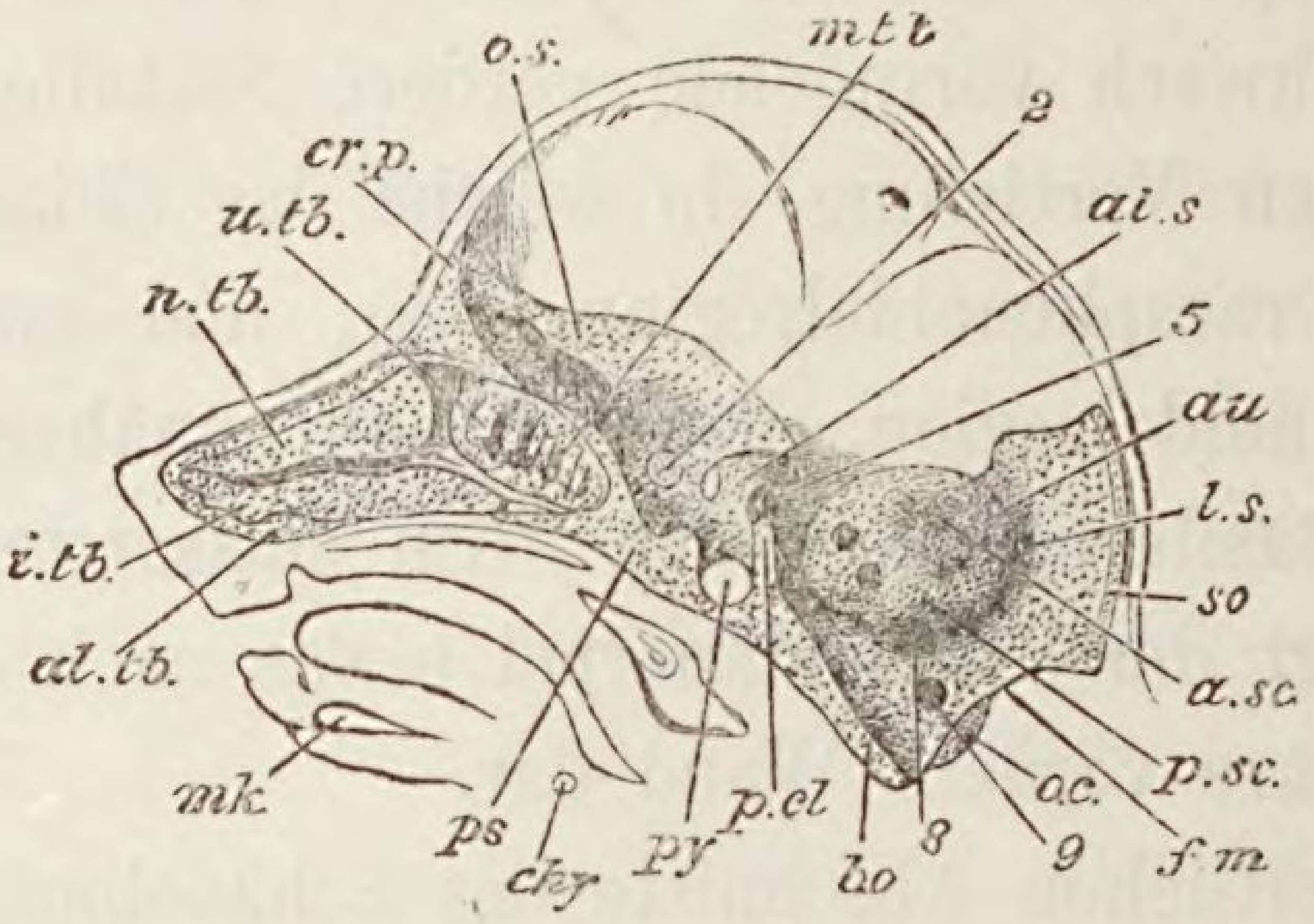
633. Vor der Basilarplatte bietet der Boden der Schädelhöhle eine tiefe Pituitargrube dar, die von Knorpel unterlagert wird; darauf folgt eine nur schwach vorragende vordere Sattellehne mit einer vor derselben liegenden Vertiefung, in welche das Chiasma der Sehnerven eingebettet ist (Praesphenoidalregion, *p.s*), und endlich eine stärker aufsteigende Ethmoidalregion, deren Niveau annähernd die Fortsetzung der Ebene der Basilarplatte bildet. Am äussersten Vorderende der Hirnkapsel springt der Ethmoidknorpel etwas nach oben vor und stellt so eine rudimentäre vordere Wand dar.

634. Die seitlichen Abschnitte des Schädelbodens und die untersten Theile der Seitenwandungen enthalten knorpelige Orbito- und Alisphenoidauswüchse, welche mit dem medianen Boden zusammenhängen. Der Alisphenoidknorpel *(al.s)* ist kurz und dick und legt sich an den vordern und hintern Abschnitt des Sattels an. Der wichtigste Theil desselben erstreckt sich nach unten gegen den Palatopterygoidstreifen hin, um den äusseren Pterygoidknorpel zu bilden. Zwischen dem Alisphenoid und dem Ohrsack befindet sich eine grosse seichte Grube zur Aufnahme des Ganglion Gasseri und der stärkste Ast des Trigeminus (der R. maxillaris inferior) tritt zwischen diesen beiden knorpeligen Abschnitten heraus *(5)*. Der Oberkieferast des Trigeminus kommt zwischen dem Orbito- und dem Alisphenoid hervor. Das erstere *(o.s)* ist bei weitem grösser, indem es sich von seiner praesphenoidalen Basis aus zu einer sichelförmigen Lamelle ausbreitet, die vom Vorderende des Craniums beinah bis zu den Ohrmassen reicht. Der Opticus *(2)* tritt durch eine Öffnung in der Basis des Orbitosphenoids aus. Die dünnen F r o n t a l i a sind in dem Stroma ausserhalb und über dem äusseren Rand der Orbitosphenoidea aufgetreten.

635. Die Nasenhöhlen erstrecken sich unterhalb der Schädelhöhle längs ihres Ethmoidabschnittes nach hinten; zu beiden Seiten der medianen Ethmoidalplatte ist das Nasendach sehr zart und die Riechlappen des Gehirns liegen unmittelbar auf demselben. Die Nervenfasern durchbohren das Dach, um die Muschelauswüchse der Nasensäcke zu erreichen, sehr bald aber tritt zwischen den Gruppen von Nervenfäden Knorpel auf, welcher sich allmählich zur Siebplatte (Lamina cribrosa, *cr.p*) vervollständigt.

636. Die Nasenhöhlen nehmen bereits mehr als die halbe Länge des ganzen Kopfes ein. Etwas mehr als die vordere Hälfte ihrer Ausdehnung kommt auf die Schnauze, welche eine rüsselartige Vorragung

Fig. 79.



Schweinsembryo von $1^{1}/_{3}$ Zoll Länge. Medianer Längsschnitt des Kopfes, nach Entfernung der Nasenscheidewand.

al.tb Alinasalmuschel; *i.tb* untere Muschel; *n.tb* Nasenmuschel; *m.tb* mittlere Muschel; *u.tb* obere Muschel; *cr.p* Sieb- (Ethmoid-) platte (die Linie sollte bis zu der Stelle über den Muschelfalten verlängert sein); *p.s* Praesphenoidabschnitt; *o.s* Orbitosphenoid; *al.s* Alisphenoid; *py* Pituitargrube; *p.cl* hintere Sattellehne; *au* Ohrkapsel; *a.s.c* vorderer, *p.s.c* hinterer halbkreisförmiger Canal; *s.o* Supraoccipitalknorpel; *l.s* Stelle des Sinus lateralis in der Dura mater; *f.m* Foramen magnum; *o.c* Hinterhauptscondylus; *b.o* Basilarplatte; *2* Foramen opticum; *5* Foramen ovale; *8* Austrittstelle des Glossopharyngeus und des Vagus; *9* Öffnung für den Hypoglossus; *mk* Meckel'scher Knorpel; oberhalb desselben die Zunge; *c.hy* Ceratohyale.

an dem kugeligen Kopfe darstellt. Die Nasenscheidewand ist eine vollständige verticale Knorpellamelle von ansehnlicher und fast durchweg gleichbleibender Höhe, welche an der Vereinigungsstelle der Schnauze mit der Schädelkapsel am beträchtlichsten wird. An ihren seitlichen Flächen trägt die Scheidewand keine erwähnenswerthen Vorragungen, oben aber hängt sie mit den oberen und äusseren Nasenwandungen zusammen, welche sich in einen Alinasal-, einen Aliseptal- und einen Aliethmoidalabschnitt unterscheiden lassen. Vorne ist die Scheidewand unten etwas breiter, entsprechend ihrem Zusammenhang mit den primären Trabecularhörnern; ein wenig weiter hinten jedoch erscheinen diese Hörner als rückwärts verlaufende, von der Scheidewand getrennte Knorpelstreifen, die sich eine Strecke weit noch dicht an ihre Basis anlegen und endlich zu schmalen griffelförmigen Stäbchen auslaufen. Der grösste Theil der Scheidewand hat einen Boden von verdichtetem Gewebe bekommen, das im Entstehen begriffenem Knorpel gleicht und

jene vom Dach der Mundhöhle oder von den Gaumenplatten trennt, wo dieselben zusammenstossen, um den wahren Gaumen zu bilden. Dieses Gewebe verknöchert bald als Vomer.

637. Die äussere Nasenwand wird um so vollständiger und complicirter, je weiter wir von vorn nach hinten fortschreiten; jeder der hauptsächlichen Muschelauswüchse aus der obern und äussern Wandung enthält ein schmales Knorpelblatt, das mit der Kapselwand zusammenhängt. Die Nasensäcke sind am breitesten, wo sie unter den Vordertheil der Schädelhöhle zu liegen kommen. Mit ihrer Annäherung an die Praesphenoidregion nehmen sie an Grösse ab, um unterhalb derselben ganz auszulaufen; dies ist die als Sphenoidalsinus bekannte Stelle der Nasenhöhle. Im Dach der Mundhöhle, unterhalb jeder Nasalmasse, dicht hinter ihrem vordersten Ende ist je ein Praemaxillare aufgetreten.

638. Die dreiseitige Masse des den äusseren Theil des Gaumendaches und der Oberlippe bildenden Stromas entsendet von seinem mittleren Abschnitt eine dünne zungenförmige Gewebslamelle nach innen, welche mit dem gleichen Gebilde der andern Seite zusammenzutreffen und das secundäre Gaumendach zu bilden hat. Dieses Zusammenzutreffen findet gegenwärtig nur erst längs einer kurzen Strecke statt, im übrigen bleibt der Gaumen noch gespalten. Der Palatopterygoidstreifen liegt gerade an der Vereinigungsstelle dieses innern Gaumenabschnitts mit dem äusseren Stroma und erscheint auf dem Querschnitt nierenförmig. Unterhalb der hintern Hälfte der Nasenkapsel verknöchert dieser unvollkommene Knorpel, um das Palatinum zu bilden; etwas weiter hinten tritt ein kleines Rudiment des Pterygoids (die künftige innere Pterygoidplatte) auf, anschliessend an den vom Alisphenoid herunterwachsenden Fortsatz, welcher zur äusseren Pterygoidplatte wird. Die knöchernen Maxillaria kommen zuerst unterhalb der Nasensäcke im Gaumendach, unter der vordern Schädelgegend zum Vorschein. Es ist einleuchtend, dass der Gaumentheil des Maxillare zuerst gebildet wird; nach aussen und hinten davon kommt dicht am Rande der Lippe eine Reihe von Zahnpulpen zur Entwickelung, welche einer ähnlichen Gruppe im Unterkiefer entspricht.

639. Der Boden der Mundhöhle wird von der vorspringenden Zunge eingenommen und auf tieferem Niveau liegt zu beiden Seiten derselben das Stroma, in welchem der Meckel'sche Knorpel eingebettet ist. Dieser primäre Bogen wird äusserlich bedeckt und theilweise um-

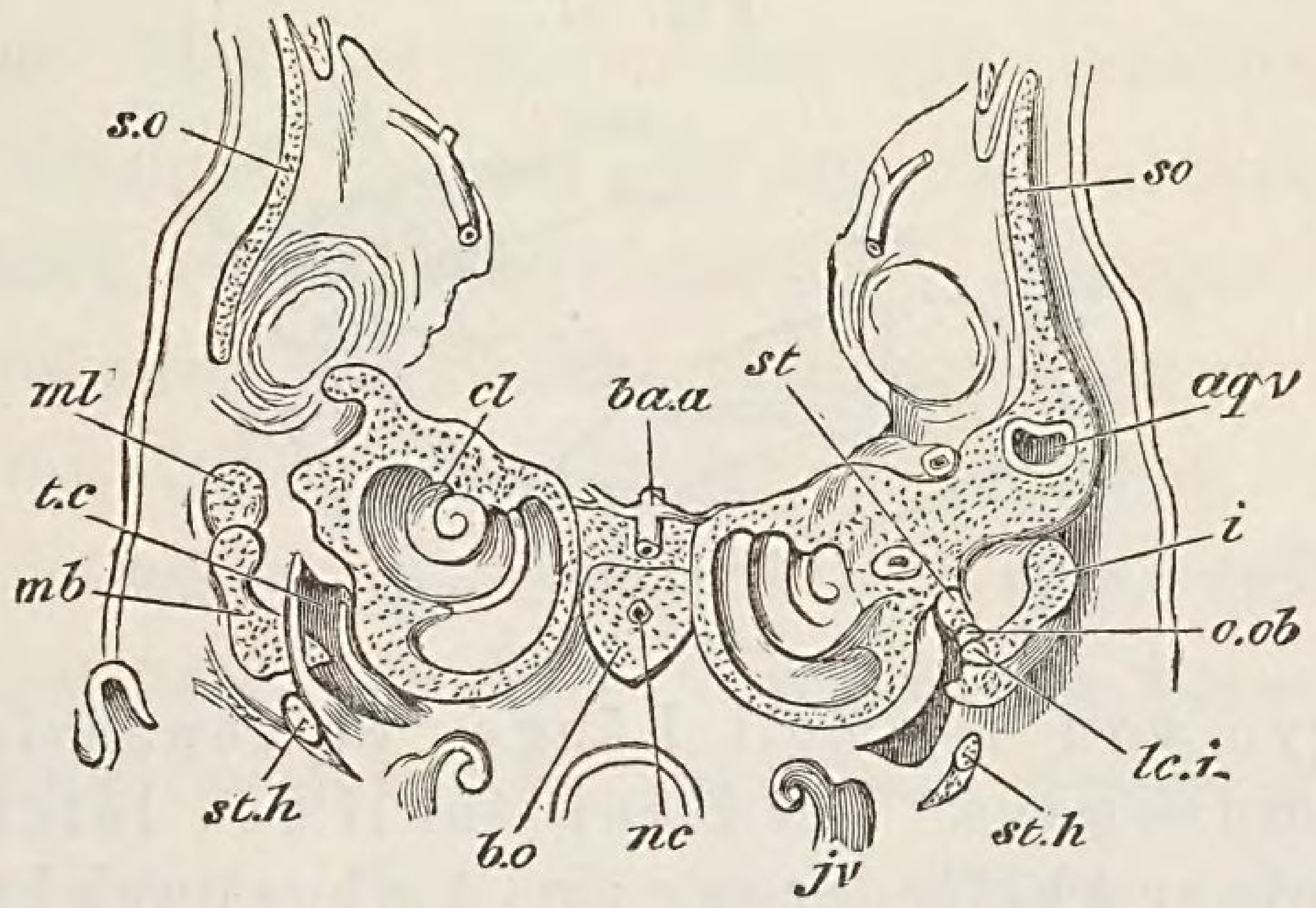
fasst von einem Stroma für das Dentale, das sehr rasch verknöchert, jedoch in der Zwischenzeit deutlich knorpelig wird. Das knöcherne Dentale ist hinten in verticaler Richtung verbreitert und über demselben liegt längs des grössten Theils seiner Ausdehnung eine Reihe von Zahnpulpen. Die Meckel'schen Knorpel sind vorne mit einander verschmolzen.

640. Die Theile der Ohrkapsel zeigen nun folgende Anordnung. Die Windungen der Schnecke (Fig. 80, *cl*) sind vollständig ausgebildet und liegen ganz an der Vorderseite, nahe der Mittellinie und Basis des Schädels. Der Facialis tritt oberhalb und ausserhalb der Schnecke in die Kapsel ein und wendet sich dann nach hinten und aussen, um das Dach der Paukenhöhle zu erreichen. Der vordere halbkreisförmige Canal wölbt sich am vordern äussern Abschnitt der Ohrmasse hoch empor, der horizontale Canal folgt fast unmittelbar unter jenem und der Haupttheil des Labyrinths liegt nach innen davon, hinter der Schnecke. Der hintere Canal mit rückwärts gerichteter Convexität berührt den horizontalen Canal an der Aussenseite und endigt innen im Labyrinth. Der mittlere und hintere Theil des Aussenrandes der Ohrmasse, welcher einen Theil des hinteren Canales umschliesst, springt als Dach oder Tegmen tympani (pterotischer Wulst) über die Paukenhöhle vor, so dass die Fenestra, in welcher der Stapes liegt, das Labyrinth direct mit der Paukenhöhle in Berührung bringt. Der kurze oder äussere Schenkel des Ambos articulirt mit diesem Tegmen tympani.

641. Der tympano-eustachische Canal hat an Länge zugenommen und ist schärfer abgegrenzt; äusserlich wird er vollständig durch das Trommelfell verschlossen, in welchem die Handhabe des Hammers (Fig. 80, 81, *mb*) eingebettet liegt. Der letztere hat sich etwas abgeflacht, aber noch nicht vom übrigen Mandibularbogen abgegliedert. Der Ambos *(i)* ist in ähnlicher Weise fortgeschritten und legt nun das kugelige Köpfchen *(o.ob)* seines langen Schenkels an den Stapes an (Fig. 80 u. 81, *st*). Dieser hat bereits den Anfang dazu gemacht, seine merkwürdige Gestalt zu erlangen, indem die beiden Höcker, welche er früher trug, nun durch eine in der Fenestra ovalis gelegene Knorpelbrücke verbunden werden. Der Haupttheil des Hyoidbogens *(st.h)* ist durch Ligament mit dem kugeligen Ende des Ambos verbunden und steht mit der Ohrkapsel hinter dem Steigbügel in Berührung. In diesem Interhyalligament *(i.hy)* ist ein kleiner Knorpel entstanden.

Der Facialis *(7a)* tritt (über dem Trommelfell) nach aussen, um hinter den Hyoidbogen zu gelangen, längs welchem hinunter er seinem Endgebiet zustrebt.

Fig. 80.



Schweinsembryo von $1\frac{1}{3}$ Zoll Länge. Hintere Ansicht eines Querschnitts durch die Basalregion des Schädels. Da der Schnitt nicht genau transversal geführt ist, so kommen auf beiden Seiten etwas verschiedene Verhältnisse zur Anschauung.

Die linksseitige Ansicht zeigt Theile, welche vor denen der rechten Seite liegen. Die Handhabe des Hammers, *mb*, ist an ihrer dicksten Stelle hinten durchschnitten und der Hauptheil oder Körper desselben, *ml*, zeigt sich an der Stelle, wo er mit dem Ambos articulirt; nach innen von *mb* liegt die Paukenhöhle, *t.c.* Rechterseits ist der Ambos, *i*, zu sehen, welcher den Hammer verdeckt und dessen kurzer Schenkel weggeschnitten wurde; sein kugeliges Köpfchen, *o.ob*, legt sich dem Stapes *st* an. Der Stylohyalknorpel *st.h* ist in schiefem Durchschnitt sichtbar, während er nach unten und vorn herabsteigt. Auf der linken Seite scheint es, als ob der Supraoccipitalknorpel *s.o* nicht mit den Theilen des Ohrknorpels zusammenhinge, weil der Schnitt gerade durch die Einkerbung am Vorderende des Knorpels geht. — *b.o* Basilarknorpel, zwischen den Ohrkapseln verschmälert; es ist auch etwas von seiner Oberseite sichtbar, hauptsächlich aber der die Chorda *nc* umschliessende Querschnitt; *ba.a* Arteria basilaris; *j.v* Vena jugularis mit einem gewundenen Ästchen; *l.c.i* langer Schenkel des Ambos; *aq.v* Aquaeductus vestibuli; *cl* Schnecke. Unter dem Basilarknorpel ist noch der Schlund theilweise dargestellt.

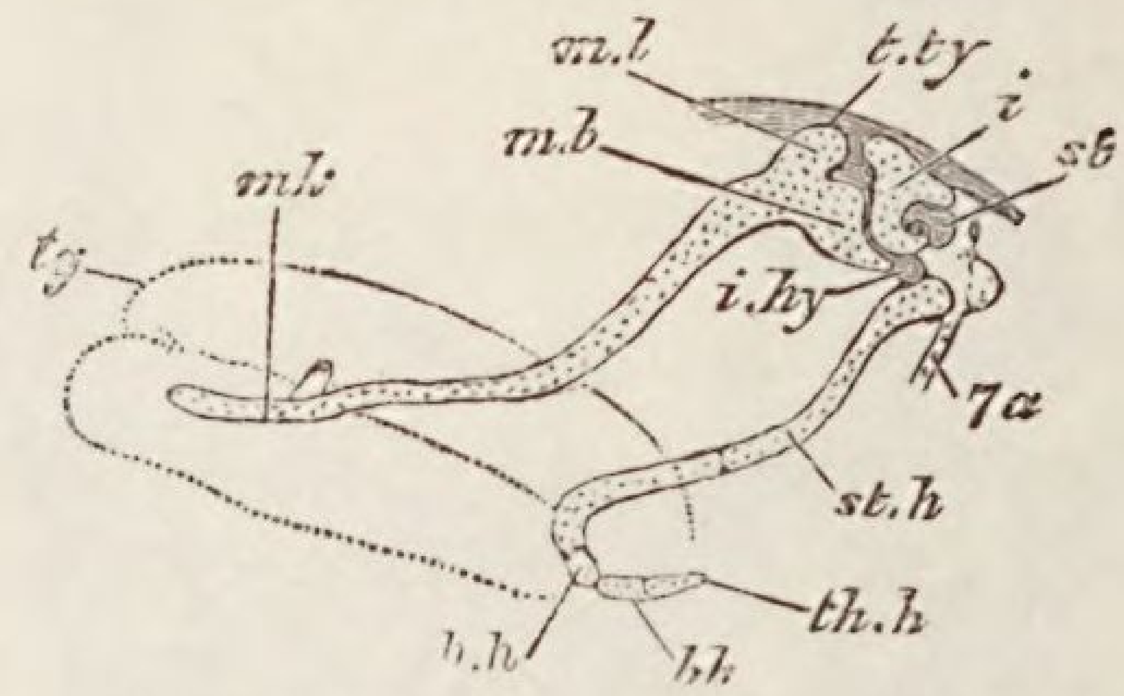
642. Der eigentliche Hyoidbogen zieht von der Ohrregion eine Strecke weit nach unten und krümmt sich dann nach vorn und innen, wo er mit dem kleinen Hypohyalelement zusammenhängt *(h.h)*. Das letztere articulirt mit dem medianen unpaarigen Rudiment des nächsten Bogens (dem Basibranchiale) und dessen seitlichen oder Kiemenknorpeln (dem sogenannten Basi- oder Thyrohyale).

»Den eigentlichen Ausbildungsgebieten eines jeden Deckknochens beim Schwein gebricht es offenbar nur an Zeit, um sämmtlich zu wahrem Knorpel zu werden; die Verknöcherung tritt allzu rasch ein, als dass die

Bildung von Intercellularsubstanz stattfinden könnte, aber trotzdem stellt jeder einzelne Abschnitt schon vor der Verknöcherung ein wirkliches morphologisches Element oder Organ dar.«

(Philos. Transact. 1874, p. 306.)

Fig. 81.



Schweinsembryo von $1^1/_3$ Zoll Länge. Seitenansicht des Mandibular- und Hyoidbogens. Der Hauptheil des letzteren zeigt sich bereits nach seiner Abgliederung vom Ambos nach hinten verlagert.

tg Zunge; *mk* Meckel'scher Knorpel; *ml* Körper des Hammers; *mb* Handhabe oder Griff des Hammers; *t.tg* Tegmen tympani; *i* Ambos; *st* Stapes (Steigbügel); *i.hy* Interhyalligament; *st.h* Stylohyalknorpel; *h.h* Hypohyale; *b.h* Basibranchiale; *th.h* Rudiment des ersten Kiemenbogens; *7a* Facialis.

643. Wir haben nun den Bau des Schädels bei einem Schweinsembryo von blos ein und ein Drittel Zoll Länge untersucht und gefunden, dass er vollständig im Knorpel vorgebildet ist und alle seine normalen Elemente unter einander zusammenhängen, nämlich die Basilarplatte, die Trabeculae, der Hinterhauptsring, die Ohrkapseln, die Ali- und die Orbitosphenoidea, die Scheidewand, die Wände und die Muscheln der Nase. Die wichtigeren Bogen sind ihre dauernden Beziehungen schon fast vollständig eingegangen. Besonders hervorzuheben sind das Überwiegen der Orbitosphenoidknorpel, die bedeutende Grösse der Nasenkapseln, ihre Ausdehnung nach hinten bis unter die Hirnkapsel und die Ausbildung der Siebplatte. Eigentliche Knorpelknochen sind noch nirgends aufgetreten, aber der Vomer, die Frontalia, Praemaxillaria, Maxillaria, Palatina, Pterygoidea und Dentalia sind bereits vorhanden.

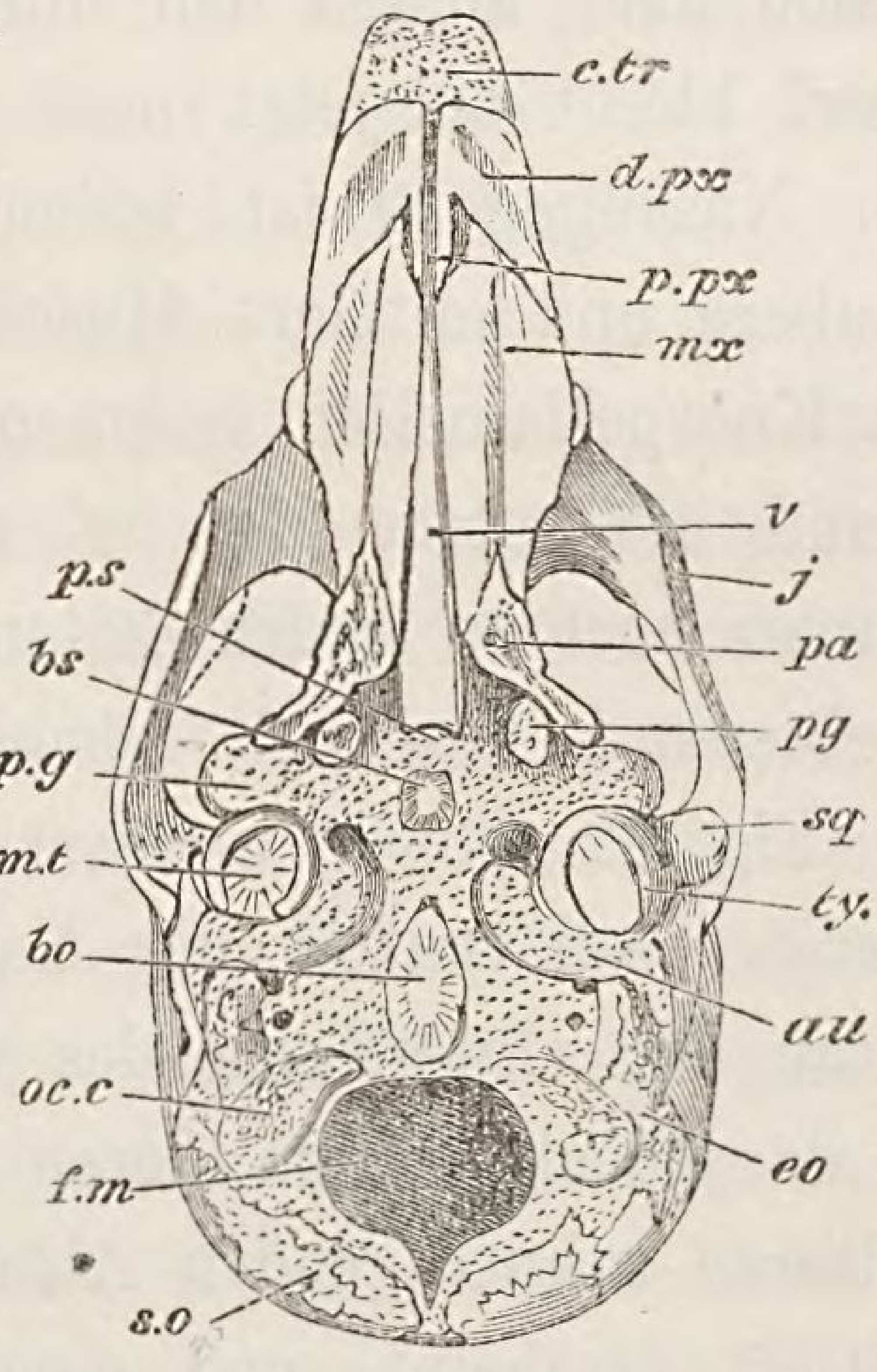
Viertes Stadium: Embryonen von $2^1/_2$ Zoll Länge.

644. Die Weiterentwickelung ist sehr rasch fortgeschritten; die Schnauze erscheint verhältnissmässig länger und die Stirn fällt nicht mehr vertical, sondern nur sehr schief ab. Die deutlich abgegrenzten körnigen Massen, welche den Primordialschädel anfänglich umhüllten, sind nun in bedeutendem Umfang verknöchert, und zwar erscheinen

diese Verknöcherungen im Verhältniss zu einem so kleinen Schädel recht massiv. Auch die knorpeligen Theile unterliegen an mehreren Punkten der Endostose.

645. Das Knorpelcranium zeigt im Allgemeinen nur wenig veränderte Umrisse, blos der Boden hat sich erheblich verdickt. Die Siebplatte des Ethmoids besteht nun aus vier schlanken, zwischen den Fädchen des Riechnerven durchverlaufenden Spangen und einem allen gemeinsamen äusseren Verbindungsstreifen, welcher sich nicht nach hinten gegen den Orbitosphenoidknorpel ausdehnt. Der letztere ist aber vorwärts gewachsen, um sich mit dem Aliethmoidknorpel zu vereinigen, und rückwärts, um die vordere äussere Ecke des Ohrknorpels zu bedecken, wobei er das Alisphenoid vollständig überschattet. Die äussere Pterygoidplatte (Fig. 82, *e.pg*), welche gemeinsam von der Basisphenoid- und der Alisphenoidregion entspringt, ist wohl entwickelt und verbindet sich mit dem Palatopterygoidbogen.

Fig. 82.



Schweinsembryo von $2\frac{1}{2}$ Zoll Länge. Untere Ansicht des Schädels, nach Entfernung des Unterkiefers.

f.m Foramen magnum; *oc.c* Hinterhauptscondylus; *au* Ohrkapsel; *m.t* Trommelfell; *e.pg* äusserer Pterygoidfortsatz; *p.s* Praesphenoidalabschnitt; *c.tr* Trabecularhorn.

Knochen: *b.o* Basioccipitale; *e.o* Exoccipitale; *s.o* Supraoccipitale; *ty* Tympanicum; *b.s* Basisphenoid; *sq* Squamosum; *pg* Pterygoid; *pa* Palatinum; *v* Vomer; *d.px* Zahnplatte des Praemaxillare; *p.px* Gaumenplatte desselben; *mx* Maxillare; *j* Jugale.

646. Die Knorpelknochen sind gegenwärtig noch im Wesentlichen endostotisch, obwohl sie rasch an die Oberfläche gelangen und das Perichondrium ergreifen. In der Basilarplatte befindet sich, sowohl von oben als von unten sichtbar, ein dickes Basioccipitale *(b.o)*; dasselbe ist wie eine Lanzenspitze geformt und verdrängt sehr bald die Chorda. In der Exoccipitalregion liegt ein grosses Knochengebilde *(e.o)*, das sich nach innen gegen den obern Rand des Foramen magnum und nach aussen und unten in den äusseren oder Paroccipitalfortsatz hinein ausdehnt. Neben diesem entsteht eine selbständige Verknöcherung in dem massiven Condylus, welche binnen kurzem mit dem Exoccipitale verwächst. Das Supraoccipitale *(s.o)* tritt anfänglich paarig auf, aber in ein bis zwei Tagen sind die beiden Plättchen mit einander zusammengeflossen.

647. Der Knorpel im Boden der Pituitargrube verknöchert, um das Basisphenoid *(b.s)* zu bilden; etwas später tritt jederseits ein besonderer Verknöcherungspunkt für das Alisphenoid auf. Ein Praesphenoid ist nicht vorhanden, aber eine kleine Orbitosphenoidverknöcherung findet sich nach aussen und hinten von jedem Foramen opticum. Die Ohrkapsel bleibt bis jetzt noch ganz unverknöchert.

648. Die hintere Nasengegend ist bedeutend breiter geworden als die vordere. Die obere und mittlere Muschelfalte nebst den von ihnen eingeschlossenen Knorpellamellen nehmen den Hintergrund der Nasenhöhle ein, während die untere Muschel weiter vorn liegt. Zuvorderst persistiren immer noch zu beiden Seiten der Basis der Scheidewand die rückwärts gebogenen Trabecularhörner *(c.tr)*.

649. Der Vomer (Fig. 82, 83, *v*) umfasst die Basis der Scheidewand längs der hinteren zwei Drittel der Nasengegend. Die Praemaxillaria trifft man an der Unterfläche des vordern Abschnitts der Schnauze, ohne dass sie jedoch bis zu deren Ende reichten. Jedes besitzt einen ausgebreiteten zahntragenden Abschnitt *(d.px)*, welcher von Zahnsäcken eingetieft erscheint, und einen kleinen, gegen den Vomer sich erstreckenden medio-palatalen Sporn *(p.px)*. Das Ende der Schnauze über und rings um die äusseren Nasenlöcher bleibt von Knochen unbedeckt, aber hinter dieser Stelle entsendet das Praemaxillare jeder Seite eine faciale Lamelle nach oben, welche mit dem äussern Rand des Nasale zusammenstösst und auch mit der facialen Platte des Maxillare in Berührung steht. Die Nasalia, Frontalia und Parietalia stellen eine regelmässige Doppelreihe von dicken Knochen

dar. Die Parietalia erstrecken sich nicht bis zum Supraoccipitale nach hinten, sondern nehmen wesentlich den Haupttheil des Scheitels am Schädel ein. Die Frontalia sind das grösste Paar. Sie dehnen sich ziemlich weit auf das Gesicht aus und berühren den Lacrymal- und den Maxillarknochen; sie wölben sich über die Augenhöhle hinüber und entsenden innerhalb der Kante eine Orbitalplatte, welche in die Seitenwandung des Schädels eintritt und den Orbitosphenoidknorpel erreicht. Die vordere und die hintere mediane Fontanelle (die fronto-parietale und die parieto-occipitale) sind immer noch weit offen.

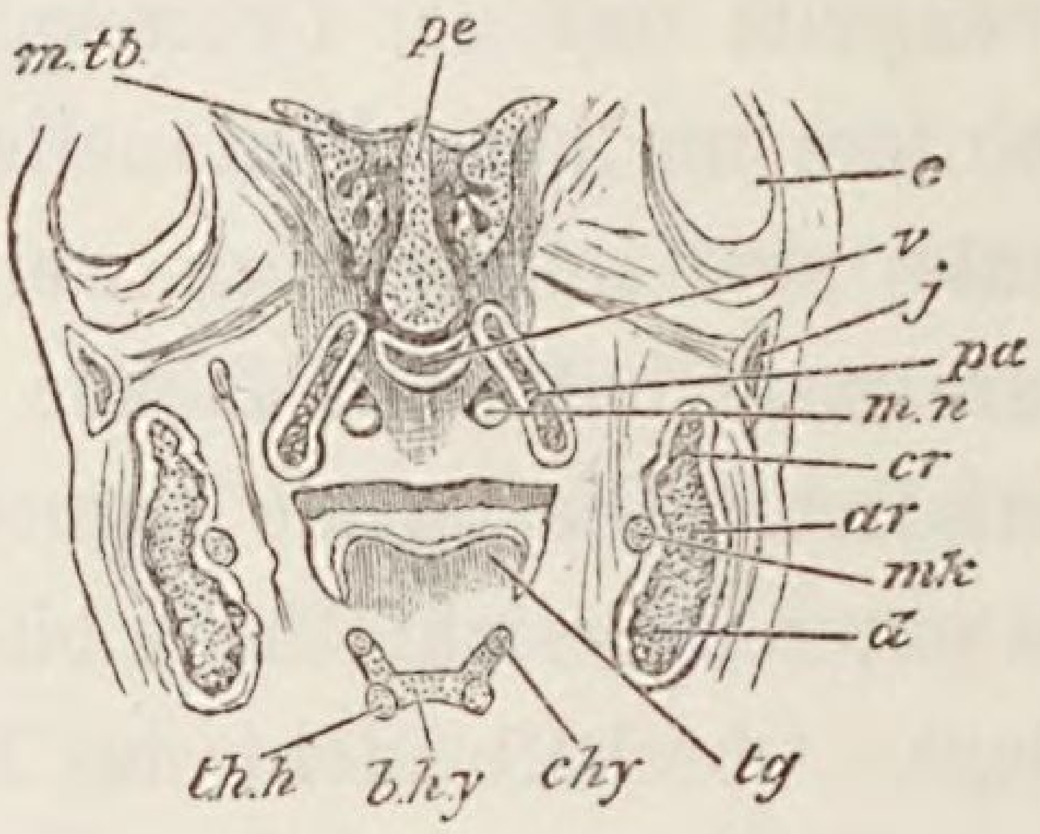
650. Das Maxillare *(mx)* hat seine faciale und palatale Platte zu ansehnlicher Grösse entfaltet. Die faciale Lamelle erstreckt sich vom Praemaxillare längs des unteren Gesichtstheils bis zum Jugale, welchem sie sich von unten anlegt. Oberhalb steht das Maxillare in Berührung mit dem Frontale und Lacrymale, trägt aber Nichts zur Bildung des Augenhöhlenrandes bei. Das Lacrymale ist ein kleiner Knochen, welcher das obere Ende des Orbitonasal- (Thränen-) Canals umfasst und zwischen Frontale und Jugale noch einen kleinen Raum auf der Gesichtsfläche einnimmt. Das Jugale *(j)* begrenzt den untern Rand der Augenhöhle und verläuft unterhalb des Jochfortsatzes des Squamosums bis fast zum Ohrsack nach hinten.

651. Das Squamosum *(sq)* ist ein grosser dreistrahliger Hautknochen, dessen Schuppentheil der untern Seitenwand des Craniums zwischen und unter dem Frontale und Parietale anliegt; ausserdem besitzt es einen langen sichelförmigen Fortsatz, welcher sich zur Seite der Ohrkapsel, oberhalb und nach aussen vom Trommelfell nach hinten wendet, und einen Jochfortsatz, der nach aussen und vorn gegen den hintern Theil und den äussern Rand der Augenhöhle vorwächst und auf dem Jugale aufruht. An der Vereinigungsstelle dieser drei Stücke, nach aussen vom Trommelfell, trägt das Squamosum eine kreisförmige concave Fläche, in welcher der knöcherne Unterkiefer articulirt.

652. Kehren wir zum Gaumen zurück, so finden wir den grössten Theil desselben von den umfänglichen oblongen Gaumenplatten der Maxillaria eingenommen, welche in der Mittellinie nicht zusammenstossen, sondern zwischen sich den Vomer hervortreten lassen. Die Maxillaria erscheinen in der Mitte ihrer Gaumenplatten von Gefässen gefurcht, während die zahntragenden Abschnitte hohl und schalenförmig sind und grosse, lebhaft wachsende Zahnkeime umschliessen. Die Palatina *(pa)* sind vorn zugespitzt, hinten stabförmig und er-

strecken sich im Gaumen von den Maxillaria nach aussen und hinten bis zur äusseren knorpeligen Pterygoidplatte. Ihre aufsteigende Lamelle erreicht den hintern Theil der Nasenscheidewand. Nach innen vom Hinterende jedes Palatinums liegt ein kleines knöchernes Knötchen, das Pterygoid *(pg)*.

Fig. 83.



Schweinsembryo von $2^1/_2$ Zoll Länge. Verticaler Querschnitt des Kopfes, die Theile zwischen und unter den Augenhöhlen zeigend.

p.e Mesethmoidplatte; *m.tb* mittlere Muschelfalte; *e* Augapfel; *m.n* Nasengang oberhalb des secundären Gaumens; *mk* Meckel'scher Knorpel; *b.hy* Basibranchiale (Körper des Zungenbeins); *c.hy* Ceratohyale; *th.h* erster Kiemenbogen; *tg* Zunge.

Knochen: *v* Vomer; *pa* Palatinum; *cr* Kronfortsatz; *ar* Articularabschnitt; *d* Dentale; *j* Jugale.

653. Der eigentliche Unterkiefer stellt jetzt eine umfängliche Verknöcherung von ansehnlicher verticaler Ausdehnung dar, welche ihren eigenen Knorpel scheidenartig umgibt und hinten einen rückwärts gekrümmten Kronfortsatz nach oben entsendet (Fig. 83, *cr*), während unterhalb der Krümmung dieses Fortsatzes ein knorpeliger Gelenkkopf sitzt, vermittelst dessen er mit dem Squamosum articulirt. Unter dem Gelenkkopf zeigt sich am Knorpel ein vorspringender Angularabschnitt. Eine knöcherne Symphyse besteht gegenwärtig noch nicht, dagegen ist die Symphyse der Meckel'schen Stäbe sehr ausgedehnt. Diese Knorpelstreifen liegen noch unverändert im knöchernen Unterkiefer; der Hammer nebst seiner Handhabe sind verknöchert, stehen aber gerade am Gelenkkopf noch in durchaus ununterbrochenem Zusammenhange mit dem übrigen Theil des primären Bogens.

654. Die Paukenhöhle nähert sich sehr rasch ihrer Vollendung. Die eustachische Röhre öffnet sich unterhalb des Basisphenoids in den Hintergrund der Mundhöhle. Das Trommelfell wird theilweise von einer Parostose, dem Tympanicum (Fig. 82, *ty*) umringt, welche

blos hinten unvollständig bleibt. Der Ambos ist in der Verknöcherung begriffen und hinter ihm hängt das Stylohyale unterhalb des horizontalen halbkreisförmigen Canals mit der Ohrkapsel zusammen. An seinem untern Ende geht der Stylohyalabschnitt in das Hypohyale über. Die Hypohyalia, das Basibranchiale *(b.hy)* und das Paar von Kiemenbogenstücken *(th.h)* haben sich mit einander vereinigt und stützen die Wurzel der Zunge.

655. Dieses Stadium eignet sich vorzüglich zur Vergleichung mit dem ausgewachsenen Fisch, Amphibium oder Reptil oder mit dem reifen Küchlein des Haushuhns. Es entspricht auch sehr wohl einem von Eschricht abgebildeten frühen Stadium des Schädels von *Balaena japonica*. Die Nichtabgliederung des Knorpels des Mandibularbogens und die Articulation des Dentale mit dem Squamosum charakterisiren zwar sofort den Säugethiertypus; vergleicht man aber den Gaumen mit demjenigen des jungen Strausses (Philos. Transact. 1866, Taf. VII, Fig. 4), so zeigt sich, dass die Übereinstimmung grösser ist als die Verschiedenheit. Die neu aufgetretenen Knochen sind die vier Occipitalia, das Basi-, Ali- und Orbitosphenoid, das Nasale und Parietale, das Lacrymale, Jugale, Squamosum und Tympanicum, endlich der Ambos und der Hammer.

Fünftes Stadium: Embryo von sechs Zoll Länge (von der Schnauzenspitze bis zum Ende des Beckens gemessen).

656. Die allgemeine Form des Kopfes ist nicht sehr verändert; die Schnauze hat sich verlängert und ihre obere Fläche dacht sich etwas allmählicher von der Stirngegend nach vorne hin ab. Die Knochen sind sehr fest geworden, im Schädeldach verbinden sie sich an den einander berührenden Rändern durch Nähte, an einzelnen Stellen auch durch schuppenartige Überlagerung. Die vordere (fronto-parietale) Fontanelle ist immer noch offen, wenngleich bedeutend verkleinert; die Parietalia und das Hinterhauptsbein bilden zusammen eine richtige Lamdanaht. Der sichelförmige Fortsatz des Squamosums, welcher sich längs der Seite der Ohrkapsel an diese anlegt, hat an Flächenausdehnung zugenommen, indem er nun nach hinten und oben bis zum Supraoccipitale (Fig. 84, *s.o*) reicht und sich in Anlagerung an den Paroccipitalfortsatz *(p.oc)* des Exoccipitale nach unten erstreckt. Das

Ende der Schnauze in der Umgebung der kleinen äusseren Nasenlöcher wird nicht von Knochen umhüllt. Die Nasalia springen median nach vorne vor. Die Orbitalplatte des Frontale hat sich sehr stark in die Breite entfaltet, so dass sie nun das ganze knöcherne Dach für die Augenhöhle darstellt. Die oberen und seitlichen Knochen des Schädels brauchen blos noch geringe relative Veränderungen zu erleiden, um sie in den ausgewachsenen Zustand überzuführen.

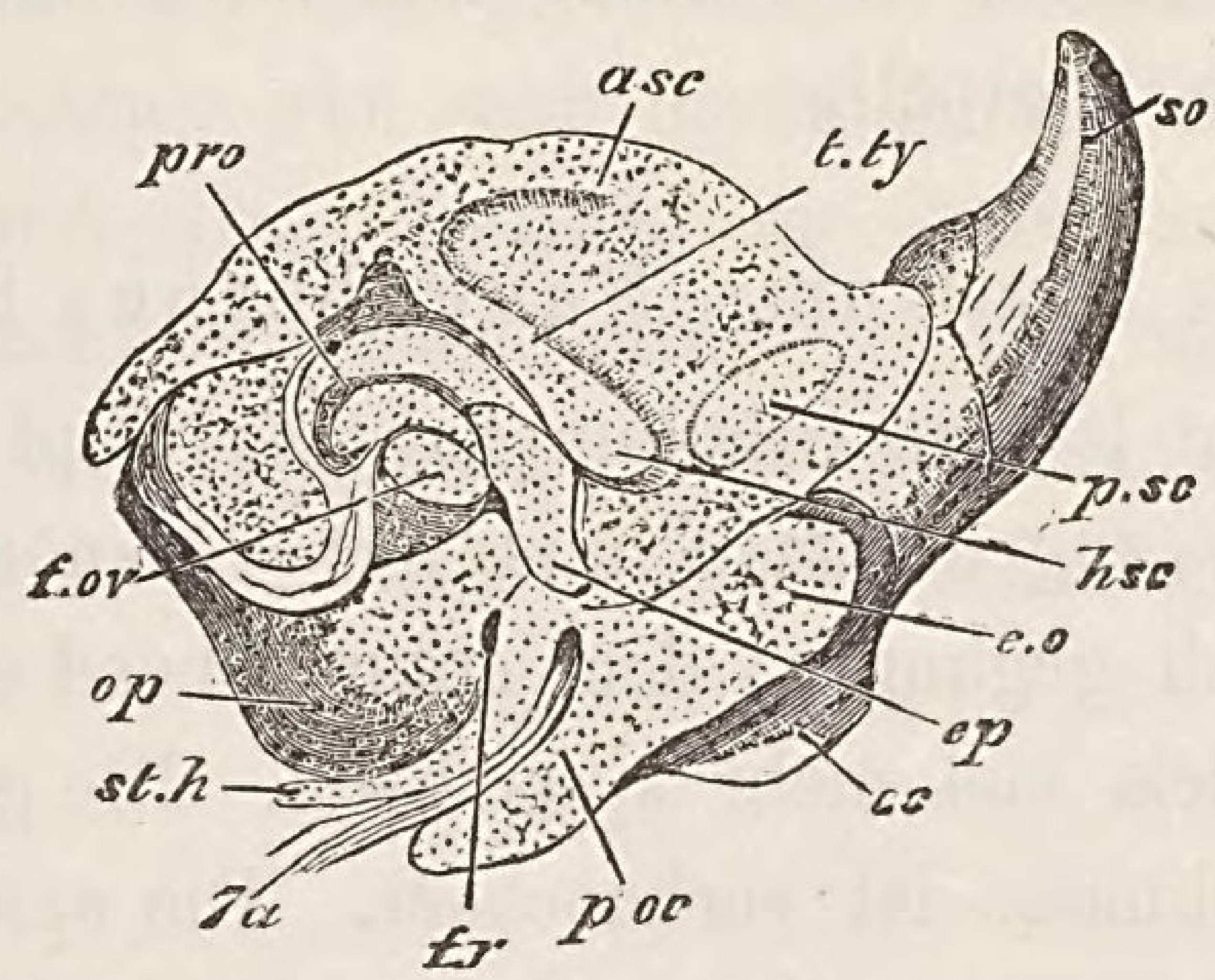
657. Die bisher schon vorhandenen Knorpelknochen haben sämmtlich an Grösse zugenommen. Die den Hinterhauptsring bildenden Knochen stehen noch nicht in Berührung mit einander. Die Exoccipitalia (Fig. 84, *e.o*) verknöchern die Condylen und die Paroccipitalfortsätze. Das Supraoccipitale *(s.o)* ist eine grosse concave Knochenschale, welche noch durch einen ansehnlichen knorpeligen Abschnitt von den Exoccipitalia getrennt wird.

658. Das Basisphenoid ist ein dicker Knochen, der sich theilweise bis in die hintere Sattellehne erstreckt und mit den Alisphenoidea zusammenhängt, welche eine beträchtliche Grösse besitzen und sich nach unten in die äusseren Pterygoidplatten ausdehnen. Der Praesphenoidknorpel ist wohl verknöchert und hängt mit den Orbitosphenoidea zusammen, welche die innere Hälfte der entsprechenden Knorpeltheile zur Verknöcherung gebracht haben. Die letzteren haben sich beim weiteren Wachsthum des Schädels nicht selbst vergrössert und erscheinen daher verhältnissmässig kleiner; vorne sind sie vom Aliethmoidknorpel getrennt und hinten bleiben sie in einiger Entfernung von der Ohrkapsel. Der ganze Überrest der Axe des Gesichtstheils und der Nasenscheidewand stellt sich als eine Masse von solidem Knorpel dar, welche jederseits unmittelbar mit dem Nasenlabyrinth nebst dessen hoch complicirten Muschelauswüchsen und der Siebplatte zusammenhängt.

659. Die eigentlichen periotischen Knochen treten nun deutlich hervor. Das Prooticum *(pr.o)* ist eine endosteale Platte, welche den inneren Gehörgang umgibt, sich unter den vordern Abschnitt der Schnecke schiebt und oben hinten bis zur Vereinigungsstelle des vordern und des hintern Canals ausdehnt; von aussen ist dieselbe nur über und vor der Fenestra ovalis *(f.ov)* sichtbar. Das Opisthoticum *(op)* liegt hinten an der Unterseite der Kapsel und bedeckt den am stärksten kugelig vorspringenden Theil der Schnecke von unten; einer seiner Fortsätze drängt sich zwischen die Fenestra ovalis und

die Fenestra rotunda *(f.r)* unmittelbar vor dem obern Ende des Stylohyalknorpels. Die Verknöcherung des Epioticums *(ep)* stellt gegenwärtig nur erst ein kleines Schildchen über dem Kopf des letzterwähnten Knorpels und unter dem Hinterende des Tegmen tympani oder des pterotischen Wulstes *(t.ty)* dar.

Fig. 84.



Schweinsembryo von 6 Zoll Länge. Äussere Ansicht der Hinterhaupts- und der Ohrregion.

t.ty Tegmen tympani; *f.ov* Fenestra ovalis; *a.s.c* vorderer, *h.s.c* horizontaler, *p.s.c* hinterer halbkreisförmiger Canal; *f.r* Fenestra rotunda (die Linie sollte aber nach oben bis in die Ecke hinter *f.ov* verlängert sein); *7a* Facialis; *p.oc* Paroccipitalfortsatz; *o.c* Hinterhauptscondylus; *st.h* Stylohyalknorpel.

Knochen (in einigen Fällen nicht deutlich genug dargestellt): *e.o* Exoccipitale; *s.o* Supraoccipitale; *pr.o* Prooticum; *op* Opisthoticum; *ep* Epioticum.

660. Die Theile des mittleren Ohres haben beinah ihre volle Ausbildung erlangt. Der Stapes ist noch nicht verknöchert. Der Tympanicumknochen stellt noch immer einen unvollständig geschlossenen Ring dar, ist aber dicker und breiter geworden, obgleich noch kein äusserer Gehörgang ausgebildet ist. Dem innern Rande des Tympanicum angeheftet findet sich noch ein neues Knöchelchen; dasselbe nimmt seine Entstehung in dem den Boden der Paukenhöhle bildenden Bindegewebe und ist ein kleines Os bullae.

661. Der Gaumen ist nicht viel breiter geworden, hat aber jetzt eine regelmässig oblonge Gestalt. Die Maxillaria stossen mit den Praemaxillaria zusammen, indem sie zu beiden Seiten nahe der Mittellinie das Foramen incisivum zwischen sich offen lassen. Die Gaumenplatten der Maxillaria schliessen sich in ihrer ganzen Ausdehnung längs der Mittellinie an einander und verdecken den Vomer vollständig. Die Gaumenplatten der Palatina setzen die allgemeine Fläche des

Gaumens nach hinten fort und zeigen die Gestalt zweier Dreiecke, deren Grundlinien an einander stossen, während die Spitzen nach aussen und hinten sehen. Die aufsteigenden Lamellen der Palatina krümmen sich um die hinteren Nasenlöcher herum und erheben sich gegen die Basis des hinteren Abschnitts des Nasenlabyrinths. Die Pterygoidea sind sehr klein. Die Verknöcherung des Unterkiefers ist beinah beendigt; der Kronfortsatz ist schmal und nach hinten gewendet; der Gelenkkopf ist noch knorpelig.

Sechstes Stadium: Neugebornes Schwein.

662. Seit dem letzten Stadium hat der Kopf fast um das Doppelte seiner Länge zugenommen und der Verknöcherungsprocess ist sehr lebhaft vor sich gegangen; dem entsprechend erscheint denn auch die Form des Schädels viel mehr specialisirt. Die ganze occipitale und sphenoidale Knorpelmasse ist verknöchert. Die spheno-occipitale Synchondrose zeigt nur eine sehr geringe Breite und ein kaum etwas dickerer Knorpelstreifen bleibt zwischen dem Basi- und dem Praesphenoid übrig.

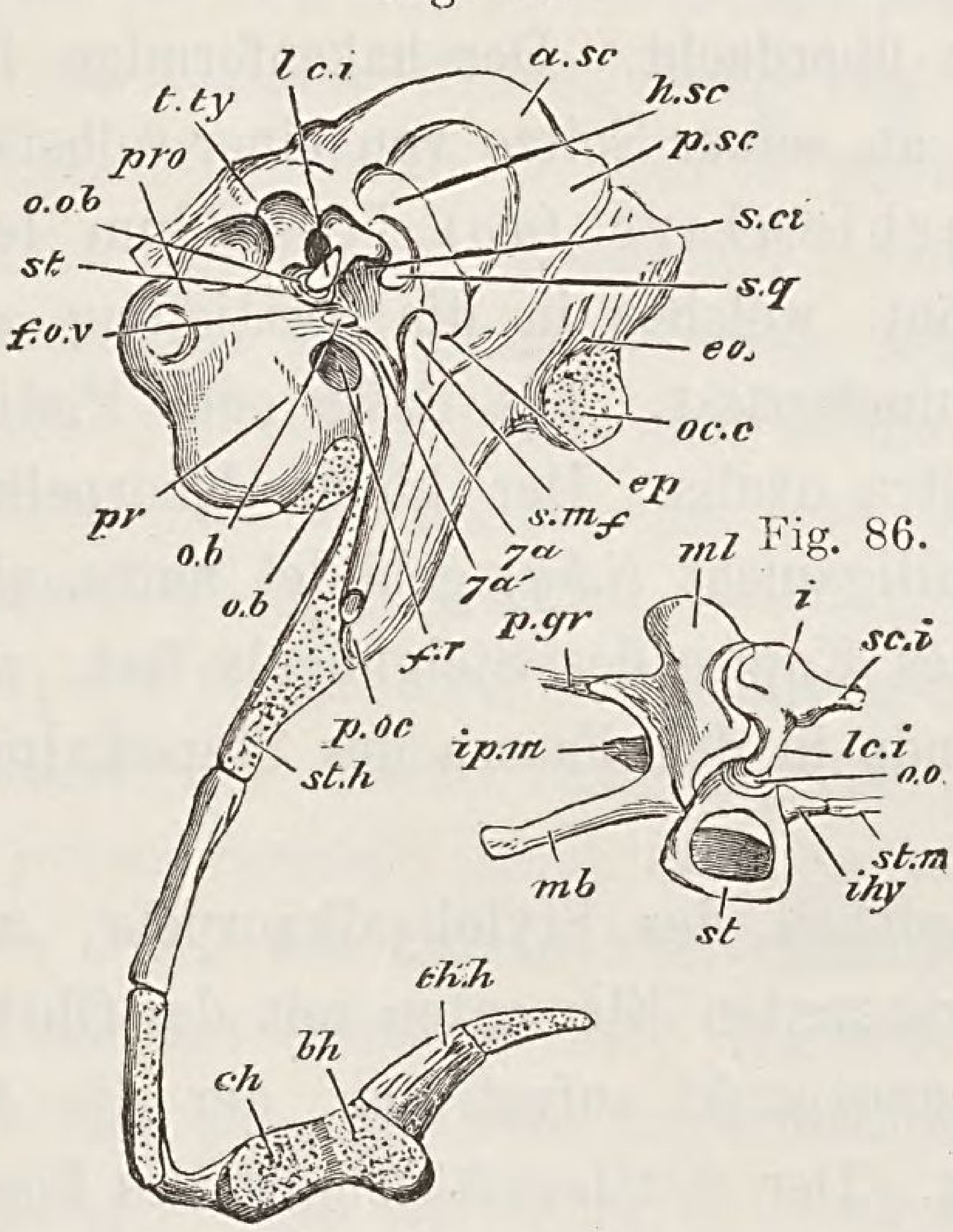
663. Das senkrechte Ethmoid und die Nasenscheidewand sind noch unverknöchert, dagegen sind die unteren Muscheln fast vollständig und die oberen Muscheln (die sogenannten lateralen Massen des Ethmoids) theilweise in endostealen Knochen umgewandelt. Die Siebplatte erscheint noch weich, ebenso die Schnauze; diese letztere wird aber vor der Verknöcherung in allen Richtungen von Gefässen durchzogen. Die äusseren Nasenlöcher liegen hier tiefer unten, indem der Alinasalknorpel sich nach vorn und unten fortgesetzt hat und mit den rückwärts gebogenen Trabecularhörnern und deren Fortsetzung nach hinten längs des untern Randes der Scheidewand verschmolzen ist. Das äussere Nasenloch wird von vorn und theilweise noch von der Aussenseite durch den Alinasalknorpel, von aussen durch einen zur Gruppe der „Labial-“gebilde gehörigen und als Appendix alae nasi bezeichneten Knorpel und von innen und hinten durch das Trabecularhorn umgrenzt. Der Praenasalknorpel lässt sich nun nicht mehr unterscheiden.

664. Der knöcherne Gaumen ist bereits sehr fest geworden und seine hinteren äusseren Ecken setzen sich in die Pterygoidea und die äusseren Pterygoidplatten fort. Hinten befestigt sich das Pterygoid an dem soliden nussförmigen Tympanicum mit ausgezähntem Rande —

ein jedoch nur vorübergehender Zustand. Der Unterkiefer ist wohl verknöchert, während der demselben angelagerte Meckel'sche Stab zu einem aus fibrösem Gewebe bestehenden Band degenerirt ist.

665. Die drei periotischen Verknöcherungspunkte haben den Knorpel der Ohrkapsel vollständig verknöchert und sind unter einander verschmolzen. Das Exoccipitale (Fig. 85, *e.o*) und sein Paroccipitalfortsatz *(p.oc)* legen sich der periotischen Knochenmasse von hinten an, wobei dieser Fortsatz von dem Stylohyalstreifen *(st.h)* durch den Facialis *(7a)* getrennt wird, welcher im Griffelcanal liegt und von seinem oberen Abschnitt einen vorderen Ast abgibt (die Chorda tympani, *7a'*), der nach oben und vorn verläuft, um sich über das Trommelfell hinüberzuwenden und in die Glaser'sche Spalte einzutreten.

Fig. 85.



Neugebornes Schwein. Äussere Ansicht der Ohrkapsel u. s. w. nach Entfernung des Squamosums und des Tympanicums.

o.b Os bullae; *pr* Promontorium; *f.ov* Fenestra ovalis; *st* Stapes; *o.ob* Os orbiculare; *pr.o* Prooticum; *t.ty* Tegmen tympani; *l.c.i* langer Schenkel des Ambos; *a.s.c.*, *h.s.c*, *p.s.c* halbkreisförmige Canäle; *s.c.i* kurzer Schenkel des Ambos; *sq* ein kleines Stück des Squamosums im hintern Theil der Paukenhöhle; *e.o* Exoccipitale; *oc.c* Hinterhauptscondylus; *ep* Epioticum: *s.m.f* Stylomastoidforamen; *7a* Facialis; *7a'* Chorda tympani; *f.r.* Fenestra rotunda; *p.oc* Ende des Paroccipitalfortsatzes: *st.h* Stylohyale; *c.h* Ceratohyale; *b.h* Basihyale; *th.h* „Thyrohyale".

Fig. 86. Kette der Gehörknöchelchen.

ml Körper des Hammers; *mb* Manubrium (Handhabe) desselben; *p.gr* Proc. gracilis; *i.p.m* innerer Fortsatz; *i* Ambos; *s.c.i* kurzer Schenkel, *l.c.i* langer Schenkel; *i.hy* Interhyale; *o.o* Os orbiculare; *st.m* Musc. stapedius; *st* Steigbügel.

666. Der schlanke Fortsatz (Proc. gracilis) des Hammers (die Fortsetzung des primären Mandibularbogens) ist auf einen in fibrösem Gewebe endigenden Griffel reducirt (Fig. 86, *p.gr*); die Handhabe *(mb)* ist flach und schwach gekrümmt, der Kopf oder Körper (*ml*) articulirt mit dem Ambos vermittelst eines Synovialgelenkes, ein Miniaturbild des Tibio-Astragalusgelenkes bei demselben Thier. Der Körper des Hammers entsendet ausserdem einen rundlichen Fortsatz *(i.p.m)* nach innen und die Handhabe trägt an ihrer Basis einen hinteren Fortsatz, an welchem sich der Musc. tensor tympani befestigt.

667. Die Höhlung des Tegmen tympani *(t.ty)* nimmt den Körper des Ambos in ihre hintere Ausbuchtung auf, welche hinten eine runde kelchförmige Facette für den kurzen Schenkel des Ambos (*s.c.i*) trägt; der Körper wird überdies theilweise von dem nach innen hereinwachsenden Squamosum überdacht. Der hakenförmige lange Schenkel des Ambos (*l.c.i*) wird an seiner Spitze von einer selbständigen Verknöcherung, dem Os orbiculare (*o.o*) [Ossiculum lenticulare, Linsenknöchelchen] gekrönt, welches in die Vertiefung auf der Spitze des Steigbügelbogens hineinpasst. Die Basis oder Platte des Stapes verschliesst die Fenestra ovalis. Der kleine Knorpelkern, welcher sich früher im Interhyalligament (*i.hy*) gebildet hatte, sitzt nun mit seiner Basis unterhalb des Kopfes des Steigbügels fest, während sein zugespitztes distales Ende in den Fasern des Stapedialmuskels (*st.m*) verborgen ist.

668. Im Kopftheil des Stylohyalknorpels, welcher unter und hinter den vorhergenannten Elementen mit der Ohrkapsel verschmilzt, ist ein Verknöcherungspunkt aufgetreten, der die Anlage des Tympanohyale bildet. Der mittlere Abschnitt des Bogens, schon ausserhalb des Schädels gelegen, verknöchert zum Stylohyale, und sein distales Ende befestigt sich durch Ligament an dem kleinen Horn des Zungenbeins *(c.h)*, während die grossen Hörner desselben *(th.h)*, welche dem ersten Kiemenbogen angehören, verknöchert sind.

Siebentes Stadium: Schädel des Schweins im Alter von sechs Monaten.

669. In diesem Stadium ist die Mehrzahl der die einzelnen Elemente begrenzenden Nähte, welche im ausgewachsenen Thiere sich verwischen, noch deutlich erhalten. Der lange eckige Schädel stellt eine unregelmässige Pyramide dar mit zwei gleichen und zwei

ungleichen Seiten und einer schief abgestumpften Basis. Hinsichtlich seiner äusseren Form in vollständigem Gegensatz zum menschlichen Schädel stehend ist derjenige des Schweins unter allen Typen am stärksten gestreckt; er ist auch sehr kräftig gebaut, obgleich die Festigkeit seines Knochengewebes derjenigen des Schafschädels nachsteht und in dieser Hinsicht ungefähr die Mitte hält zwischen dem Knochen eines Wiederkäuers und dem eines Cetaceen. Die flache Oberseite des Schädels, an welchem die Augenhöhlen nahezu mit der Aussenfläche zusammenfallen, deutet die halb-amphibische Lebensweise seines Eigenthümers an, während die Höhe und die viereckige Gestalt der Basis der Pyramide mit dem gewölbten Nacken und den kräftigen Schultern in Correlation stehen.

670. Die langen geraden Nasenbeine überdecken vorn die Schnauze und treten längs ihres äusseren Randes durch eine Naht mit der oberen Kante der langen Praemaxillaria und in geringerer Ausdehnung mit den Maxillaria in Verbindung; gegen die Frontalia schliessen sie mit einer querverlaufenden Nahtlinie ab. Die letzteren stellen zusammen eine ungefähr fünfseitige Platte dar, welche in der Mittellinie durch die Pfeilnaht in zwei Hälften getrennt wird. Das vordere Drittel derselben ist mit tiefen Furchen bedeckt, welche von den Supraorbitallöchern ausstrahlen; die hintere Hälfte des äusseren Randes der Knochen trägt den dicken und etwas vorspringenden Supraorbitalwulst. Ausserdem gehört jedem Frontale noch eine grosse Orbitalplatte an, die hinten und oben durch den kurzen Postorbitalfortsatz und weiter unten und innen durch das Orbitosphenoid begrenzt wird. Die obere Fläche der Parietalia ist schmal und wird durch die Fortsetzung der Pfeilnaht gleichfalls halbirt; seitlich erscheinen sie stark zusammengedrückt, indem sie die innere Wand der grossen Schläfengrube bilden; hinten stossen sie mit der oberen Kante des hohen Hinterhauptsbeines zusammen.

671. Die Praemaxillaria bestehen aus einem grossen Gesichts- und einem kleineren Gaumenabschnitt; die Gaumenfortsätze sind schlank und comprimirt und legen sich in der Mittellinie an einander, während vorne jederseits ein Gaumenloch offen bleibt. Das gewaltige Maxillare bildet den grössten Theil der Gesichtsseite und die vordere Wurzel des Jochbogens und der die hinterste Zahnhöhle enthaltende Abschnitt ist mit der äusseren Pterygoidplatte und dem absteigenden Theil des Palatinums verbunden. Die horizontalen Platten der Maxillaria nehmen

drei Viertheile des mit Furchen und Rippen versehenen harten Gaumens ein. Die Palatina vervollständigen den Gaumen, sind aber in der Mittellinie viel länger als aussen. Zusammengenommen beträgt die Länge der medianen Naht des harten Gaumens zwei Drittel von der Länge des ganzen Schädels.

672. Die innere aufsteigende Platte des Palatinums verbindet sich mit dem Vomer und entsendet einen langen löffelförmigen Fortsatz unterhalb der lateralen Ethmoidmassen nach vorn. Aussen und hinten stellt es einen dicken Kopf dar, welcher an der Aussenseite mit dem Maxillare und dem äusseren Pterygoidfortsatz, an der Innenseite mit dem eigentlichen Pterygoid in Beziehung tritt. Der letztere Knochen besitzt einen sehr dünnen aufsteigenden Abschnitt und eine obere schuppenartige Platte, welche sich dem Parasphenoid unten anlegt — bei einigen Formen sogar als besonderes Stück (Mesopterygoid) ausgebildet ist.

673. Das dünne ausgezackte Hinterende des Vomer reicht bis zu derselben quer verlaufenden Linie wie die Mesopterygoidplatte; vorne erstreckt er sich beinah bis zum Vorderende der Praemaxillaria. Sein unterer Rand liegt hinten auf der nach oben gewendeten Kante der Gaumenplatte der Palatina und vor dieser auf der langen glatten Naht zwischen den Gaumenplatten der Maxillaria. Seine obere Fläche ist durch die Nasenscheidewand gefurcht. Das complicirte Nasenlabyrinth ist bereits wohl verknöchert, während das Septum zwischen den unteren Muscheln noch zart bleibt. Der einfache Trabecular- und Alinasalknorpel springt nach vorne über die knöchernen Gebilde des Schädels hinaus vor und verknöchert erst beim ausgewachsenen Thier endostotisch als medianer Rüsselknochen.

674. Das Lacrymale ist ziemlich zu gleichen Theilen innerhalb und ausserhalb der Augenhöhle entwickelt und verbindet sich oben und hinten mit dem Frontale, vorn mit dem Maxillare und unten mit dem Jugale. Unmittelbar vor dem Rand der Augenhöhle zeigt sich an demselben ein oberer und ein unterer Canal. Das Jugale oder Malare begrenzt den unteren und vorderen Abschnitt der Augenhöhle; demgemäss ist es vorn ziemlich massiv, während seine hintere Hälfte sich unter dem Jochfortsatz des Squamosums allmählich abflacht. Jedenfalls bleibt zwischen dem am höchsten hinaufragenden Theil des Jugale und dem Postorbitalfortsatz des Frontale ein Zwischenraum von ungefähr einem Zoll.

675. Das Squamosum bildet mit seiner schuppenförmigen Lamelle die untere hintere Begrenzung der Seite der Schädelhöhle, wobei es den Hinterrand des Frontale und den untersten Abschnitt des Parietale bedeckt. In der Mitte seines untern Randes wendet es sich nach aussen, um die quer gelagerte Gelenkpfanne für den Condylus des Unterkiefers zu bilden. Der Jochfortsatz ragt von der Aussenseite dieser Gelenkfläche nach vorne vor und legt sich auf das Jugale. Die Richtung des Jochbogens wird aber auch nach hinten und oben hin durch einen scharfen Kamm fortgesetzt, welcher gegen die obere Hälfte des Supraoccipitale aufsteigt und dabei die tiefe Schläfengrube begrenzt. Das Squamosum verschmilzt mit der nach oben schauenden Öffnung des äusseren Gehörgangs und gibt von dieser Stelle zwei Fortsätze ab, den posttympanischen, welcher sich an der Seite des Tympanicums befestigt, und vor diesem einen Postglenoidalfortsatz. Vor der Gelenkfläche steht das Squamosum in fester Nahtverbindung mit dem Alisphenoid und dessen äusserer Pterygoidplatte.

676. Die Hauptmasse des Tympanicums sieht ungefähr wie eine grosse Haselnuss aus mit einem Wulste an der Unterseite, im wesentlichen aus vieleckig gekammerter Diploë bestehend. Es umschliesst eine kleine Höhlung, über deren Mündung das Trommelfell quer hinübergespannt ist; von seiner äusseren Ecke ist hinten ein röhrenförmiger Gang nach oben und hinten ausgewachsen. Längs des inneren und hinteren Randes des Tympanicums, zwischen ihm, dem Basisphenoid und dem Basioccipitale dehnt sich ein grosses Foramen lacerum aus, zum Durchtritt von Nerven und Gefässen bestimmt. Durch dieses Loch kann man einen Theil der periotischen Masse sehen, welche nur in geringem Umfang mit den Theilen ihrer Umgebung verschmilzt. Das Tympanicum grenzt aussen an das Squamosum, vorn an das Alisphenoid und hinten an das Exoccipitale. Indem sich der posttympanische Sporn des Squamosums von der Aussenseite, der Knochen des Tympanicums von innen und der Paroccipitalfortsatz von hinten her zusammenlegen, umschliessen sie einen Canal, durch welchen der Griffelknorpel (Cart. styloidea) und der Facialis herabsteigen und in welchem der Tympanohyalknochen eingeklemmt liegt.

677. Die grosse Hinterhauptsfläche ist oben, unmittelbar unterhalb eines kräftigen quer verlaufenden und nach hinten gewendeten Wulstes etwas ausgehöhlt. Das Supraoccipitale entsendet einen Keil nach vorn zwischen die Parietalia hinein, breitet sich oben seitwärts

aus und reicht so weit herab, dass es noch einen kleinen Antheil an der Umgrenzung des Foramen magnum erhält. Die Exoccipitalia ragen weit nach aussen, wobei sie mit dem hinteren Rande der Squamosa und ihren posttympanischen Fortsätzen zusammenstossen und hinter die Epioticum- oder „Mastoid"-Abschnitte der periotischen Knochen zu liegen kommen. Von dieser Stelle senken sich die Exoccipitalia nach unten, um die Paroccipitalfortsätze zu bilden, während ihre nach der Mitte gewendeten Abschnitte vorragen und die divergirenden halbovalen Hinterhauptscondylen darstellen. Nach innen vom Paroccipitalfortsatz findet sich in der Schädelbasis ein ansehnliches Loch für den Durchtritt des Hypoglossus.

678. Das Basioccipitale ist ein fünfeckiger Knochen, welcher sich mit den Exoccipitalia durch eine Naht verbindet, vom Basisphenoid aber durch eine schmale Synchondrose getrennt bleibt. Das Basisphenoid selbst, das nur halb so lang ist wie das Basioccipitale, hängt mit den aufsteigenden Alisphenoidea zusammen. Ein schmaler Knorpelstreif trennt das Basi- vom Praesphenoid, welches unter dem Vomer verborgen liegt. Im hintern Theil der Augenhöhle, rings um das Foramen opticum und über demselben, kommen die grossen Orbitosphenoidea zum Vorschein. In den Gehörknöchelchen ist keine irgend bedeutende Veränderung vor sich gegangen, weshalb die frühere Beschreibung derselben (§. 666 u. ff.) genügt.

679. Die Äste des Unterkiefers bleiben durchaus von einander getrennt. Dieselben stellen grosse hohe Knochen der, an denen sich zwischen dem Kron- und dem Gelenkfortsatz ein kleiner Einschnitt findet; der erstere reicht kaum höher hinauf als der letztere.

680. In den drei vorhergehenden Stadien schon hatte die Vergrösserung des Gesichtstheils im Verhältniss zur Gehirnkapsel und die Entwickelung der Abschnitte, welche zur Befestigung von Muskeln ganz besonders verstärkt werden, dem Schädel bereits annähernd dasselbe Aussehen wie im erwachsenen Zustande verliehen. Es sei darauf hingewiesen, dass wir die Verknöcherungen der Ohrkapsel sowie das kleine Os bullae im fünften Stadium, die Muscheln, das Ossiculum orbiculare, die Tympano- und Stylohyalia und die Zungenbeinhörner im sechsten Stadium antrafen, während es erst im letzten Stadium zur Verknöcherung der Mesethmoid- und der Siebplatte kommt und sich dem Tympanicum der röhrenförmige, den Meatus (auditorius externus)

bildende Abschnitt anfügt. Eine eingehendere Beschreibung des ausgewachsenen Schweineschädels findet man in Prof. FLOWER's Osteology of the Mammalia.

Anhang.

Über den Schädel der Säugethiere.

681. Der Säugethierschädel zeigt in seinen allgemeinen morphologischen Charakteren eine grosse Gleichförmigkeit, und die ausserordentlich weitgehenden Abänderungen des äusseren Umrisses, die sich in Wirklichkeit vorfinden, beruhen doch der Hauptsache nach nur auf Verschiedenheiten in der relativen Grösse und dem Hervortreten derselben, in ihrem Getrenntbleiben oder ihrer Verwachsung oder in der Bedeckung des einen durch den andern. Merkwürdige Fälle von asymmetrischen Schädeln trifft man bei den Cetaceen an. Die wichtigsten Formen von Säugethierschädeln sind übrigens in Prof. FLOWER's »Osteology of the Mammalia«, in Prof. HUXLEY's »Lectures on Comparative Anatomy« und in seiner »Vergleichenden Anatomie der Wirbelthiere« vorzüglich erläutert. Dagegen befinden wir uns hinsichtlich der Geschichte des Schädels bei den meisten Säugethiergruppen noch in grosser Unwissenheit, weshalb denn auch hier nur wenige Thatsachen von besonderer Bedeutung für die allgemeine Morphologie angeführt werden können.

682. Eine gewisse Reptilienähnlichkeit zeigt sich am Schädel von *Echidna* und *Ornithorhynchus* im Mangel eines aufsteigenden Astes des Unterkiefers, in der schwachen Windung der Schnecke, ferner darin, dass der Steigbügel undurchbohrt und Columella-ähnlich, der Ambos sehr gross und der Hammer klein ist. Bei den Marsupialien bleiben mehrere Schädelnähte das ganze Leben über fortbestehen; das Squamosum, die periotische Masse und das Tympanicum bleiben gesondert und vereinigen sich niemals, um ein »Schläfenbein« zu bilden. Sehr häufig erstreckt sich das Jugale weit nach hinten und trägt dann sogar noch zur Bildung der Gelenkfläche für den Unterkiefer bei. Die inneren Carotiden durchbohren das Basisphenoid und treten in den Grund der Pituitargrube ein wie bei den Vögeln, statt zur Seite des Basisphenoids hereinzukommen. Auch findet sich ein vorderer Recessus tympanicus (hier Bulla alisphenoidea genannt), welcher mit demjenigen der Vögel vergleichbar ist. Die Gaumenplatten der Palatina weisen bei den Marsupialien sowie beim Igel grosse Lücken auf. Gaumenplatten der Pterygoidea kommen bei *Myrmecophaga*, bei *Manis* und bei mehreren Cetaceen vor. Bei letzteren ist das Pterygoid zellig ausgehöhlt. Bei *Manis* besitzen einige Knochen des Schädels Luftgänge und auf diesem Wege treten auch die beiden Paukenhöhlen unter einander in Verbindung.

683. Bei den Wiederkäuern kommt der äussere Pterygoidfortsatz deutlich vom Basisphenoid her. Die ganze sphenoidale Masse aber

hat sich von einem Paar alisphenoidaler und einem Paar orbitosphenoidaler Verknöcherungspunkte aus entwickelt, während die Basi- und die Praesphenoidpunkte gar nicht auftreten. Das Tympanohyale verknöchert beim Schaf von zwei Punkten aus. Im *Rhinoceros* entsendet das Squamosum einen grossen postglenoidalen Fortsatz nach unten, welcher sich mit dem posttympanischen Fortsatz desselben Knochens vereinigt, um eine Art äusseren Gehörgang zu bilden, da das Tympanicum keinen röhrenförmigen Theil besitzt. Der »Mastoid«-Abschnitt des periotischen Knochens wird von den mit einander verschmolzenen posttympanischen Fortsatz des Squamosums und Paroccipitalfortsatz des Exoccipitale verdeckt. Die Hörner der *Ungulata* sind genügend bekannt und brauchen hier nicht beschrieben zu werden. Bei den *Sirenia* sind die Frontalia in breite Supraorbitalfortsätze verlängert, während die Nasalia ganz verkümmern. Die zu einer einzigen Knochenmasse verschmolzenen tympano-periotischen Elemente lassen sich leicht aus dem übrigen Schädel herauslösen.

684. Bei den Cetaceen trennen das Supraoccipitale und ein Interparietale die beiden Parietalia von einander und verbinden sich mit den Frontalia, deren jedes eine grosse Supraorbitalplatte besitzt. Das sehr umfängliche Maxillare erstreckt sich weit nach hinten und aussen, wobei es sogar oft eine grössere Strecke des Frontale überdeckt, ebenso auch nach vorn, wo es fast allein die obere Umgrenzung der Mundspalte bildet. Die Praemaxillaria tragen aber sehr lange Nasalfortsätze, welche sich bis zu den weit nach oben gerückten vorderen Nasenlöchern hinauf erstrecken. Die Nasengänge verlaufen in Folge dessen fast senkrecht nach unten und die Nasalia und die Nasenmuscheln sind klein oder rudimentär. Die periotische Masse steht mit dem Squamosum und Tympanicum nur in lockerem Zusammenhang und lässt sich leicht herauslösen. Der Unterkiefer besitzt keinen aufsteigenden Ast und der Gelenkhöcker liegt ganz an seinem Hinterende. Das Zungenbein ist breit und wohl verknöchert und trägt zwei Paar knöcherner Hörner. — Bei den Carnivoren findet sich eine ansehnliche Bulla tympanica, welche theils vom periotischen Knorpel aus, theils durch Ausdehnung des knöchernen Tympanicums gebildet wird. Der periotische Theil wird von der inneren Carotis durchbohrt. Über den Bau und die Variationen dieser Bulla vergleiche Prof. FLOWER's Osteology und seine wichtige Arbeit in den Proceed. Zool. Soc. 1869.

685. Bei den *Rodentia* tritt das Praesphenoid zumeist sehr deutlich als besonderer medianer Knochen hervor, was bei den übrigen Säugethierordnungen selten so der Fall ist, indem hier der mediane Abschnitt von den Orbitosphenoidea aus verknöchert. Häufig findet sich eine grosse selbständige hintere Verknöcherung des Alisphenoids. Beim Kaninchen ist das Praesphenoid hoch und stark comprimirt, so dass es ein Interorbitalseptum bildet, und die beiden Foramina optica fliessen zu einem einzigen zusammen wie bei einigen Seehunden. Das Tympanicum und die periotische Knochenmasse verschmelzen mit einander, nicht aber mit anderen Knochen. Die Pituitargrube entbehrt dauernd eines knöchernen Bodens, weshalb sich dann im ausgewachsenen Schädel in der Mittellinie eine durchbohrte Stelle findet. Das Praemaxillare ist sehr gross, mit grossen Gaumenplatten ausgestattet und von zahlreichen Löchern durch-

bohrt. Beim Meerschweinchen (*Cavia cobaja, aperea*) reichen die Pterygoidea nicht bis an die Basis cranii, sondern befestigen sich an Basipterygoidfortsätzen, ganz wie beim Strauss, welche in der That den äusseren Pterygoidplatten des Schweins homolog sind. Von den Seiten der Basis cranii geht beiderseits über und hinter diesen Basipterygoidfortsätzen eine lange continuirliche knöcherne Lingula nach hinten ab, um sich bis zur Vorderseite der Bulla tympanica zu erstrecken, und am Ende einer jeden sitzt ein zarter S-förmiger Knochen, anfänglich getrennt, später damit verschmelzend. Das erstere Gebilde entspricht dem Praetympanicum-, das zweite dem Basitemporalflügel des Vogels. Auch bei alten Individuen findet man den Vomer noch aus zwei getrennten Hälften bestehend. Diese Thatsachen weisen auf das hohe Alter des Typus hin. Bei der Katze und beim Pangolin (*Manis*, Schuppenthier) kommt der Vomer im Gaumen zum Vorschein. Beim Capybara (*Hydrochoerus*, Wasserschwein) und dem Meerschweinchen ist der Alveolarrand des Maxillare weit nach hinten bis unterhalb der Augenhöhle verlängert, so dass es sich in der Höhe des vorderen Randes der Gelenkgrube mit dem Squamosum vereinigt. Bei einigen Nagethieren, wie *Dipus* und *Chinchilla*, trifft man ausser der Bulla tympanica noch eine andere Erweiterung über der Paukenhöhle, welche an der hintern äussern Ecke des Schädels eine rundliche Vorragung bildet. Beim Biber stellt dieselbe einen deutlichen eckigen Fortsatz dar.

686. Der Igel besitzt einen grossen praetympanischen Flügel, dessen hinterer Rand beinah das Foramen magnum erreicht. Bei Maulwürfen und Spitzmäusen ist ein ansehnlicher Theil des Schädels ursprünglich knorpelig; ein grosser periotischer Kamm springt, vom Supraoccipitale getrennt, am obern Rande der Ohrkapsel vor und nimmt, indem er verknöchert, einen erheblichen Abschnitt der Schädelwand ein. Das Squamosum liegt theilweise auf dessen Aussenseite, kommt aber auch vorne und unten zum Vorschein.

Der Schädel des Menschen.

687. Die Verhältnisse, welche hauptsächlich dazu beitragen, die Form des menschlichen Schädels und den Zustand der ihn zusammensetzenden Knochen abzuändern, sind folgende: 1) die verhältnissmässig bedeutende Grösse des Gehirns und die dem entsprechende Ausdehnung der Schädelknochen, welche dasselbe umhüllen; 2) die geringere Ausbildung des Gesichtstheils im Ganzen, insbesondere aber der Kinnladen, wodurch die Gesichtsknochen fast vollständig unter den vordern Abschnitt der Gehirnkapsel zu liegen kommen, statt, wie bei allen Thieren mit theilweiser Ausnahme blos der anthropoiden Affen, vor derselben zu liegen; und 3) die Anpassung des menschlichen Skelets an die aufrechte Stellung, welche, was den Kopf betrifft, von einer plötzlichen Krümmung der basicranialen Axe um einen ziemlich grossen Winkel gegen die Richtung der aufrechten Wirbelsäule begleitet ist, womit sich dann auch eine Verlagerung des occipito-vertebralen Gelenks so weit nach vorn verbindet, dass der Kopf auf dem oberen Ende der Wirbelsäule nahezu balancirt. Die Öffnung der Nasenlöcher nach unten, das Vorwärtsschauen der Augenhöhlen und der Augen, die beinah verticale Stirn und die mehr oder weniger

ovale Gestalt des Gesichts sind die Begleiterscheinungen dieser menschlichen Eigenthümlichkeiten in der Form des Kopfes, welche im Verein mit den bereits erwähnten einen schroffen Gegensatz zu der kleinen Gehirnkapsel mit ihren starken Knochenkämmen, zu dem grossen vorspringenden Gesichtstheil und den Kinnladen und zu den übrigen charakteristischen Merkmalen des Schädels bei den meisten Thieren bilden [1].

688. Wir dürfen hier wohl eine allgemeine Bekanntschaft mit der Topographie des menschlichen Schädels voraussetzen, um die Darstellung seines Baues und seiner Entwickelung etwas kürzer fassen zu können. Im Ganzen zeigt sich eine vollkommenere Verfestigung oder Verschmelzung der Knochenelemente als bei den meisten übrigen Säugethieren. Besonders auffällige Gegensätze zwischen Mensch und vielen niederen Formen beruhen auf der Vereinigung der Frontalia und der beiden Unterkieferäste mit einander sowie des Praemaxillare mit dem Maxillare, auf der Selbständigkeit des Praesphenoids, der Verschmelzung des Interparietale mit dem Supraoccipitale, auf der verhältnissmässig bedeutenden Grösse des Squamosums und seiner Vereinigung mit den periotischen Massen, auf dem vergleichsweise geringen Umfang des Tympanicums und dem Mangel einer Bulla tympanica, und auf dem Vorhandensein einer kleineren Anzahl von zugleich weniger umfänglichen Elementen im Zungenbeinbogen.

689. Im Folgenden geben wir eine kurze Aufzählung der im menschlichen Schädel selbständig sich entwickelnden Elemente, indem wir ihnen zugleich die Namen der Schädelknochen gegenüberstellen, welche in den Büchern über menschliche Anatomie figuriren:

Os occipitis, Hinterhauptsbein, = Basioccipitale, Exoccipitalia, Supraoccipitale, Interparietale.

Os sphenoideum, Keilbein, = Basisphenoid (mit Einschluss des Türkensattels), Alisphenoidea mit den äusseren Pterygoidplatten, Pterygoidea, Praesphenoid, Orbitosphenoidea.

Os ethmoideum, Siebbein, = Mesethmoid, Ektethmodea mit den eigentlichen oberen und unteren (Siebbein-) Muscheln. Die unteren Nasen- oder die Oberkiefermuscheln; Vomer; Sphenoidmuschel.

Parietalia, Frontalia, Nasalia, Lacrymalia; Praemaxillaria (Zwischenkiefer), Maxillaria, Palatina; Jugalia (Ossa zygomatica, Jochbein).

Os temporale, Schläfenbein, aus mehreren Haupttheilen zusammengesetzt: Squamosum (mit Einschluss des Processus zygomaticus), Tympanicum (den Annulus tympanicus, den Meatus auditorius externus und den Proc. postglenoidalis umfassend) und Petromastoideum (aus dem Prooticum, Epioticum und Opisthoticum sich aufbauend); Tympanohyale, Stylohyale.

Hammer, Ambos, Os orbiculare (oder lenticulare), Steigbügel.

Maxilla inferior, Unterkiefer, = Dentale, Coronale, Spleniale, mento-meckel'sches Stück.

[1] Dieser Paragraph ist ein Citat aus Quain and Sharpey's Anatomy, 8. Aufl., Vol. I, p. 73, einem Werk, das auch grösstentheils die im Folgenden gegebenen Erläuterungen, jedoch in anderer Anordnung, enthält. Siehe auch die oben erwähnten Werke von Huxley und Flower.

Os hyoideum, Zungenbein, = Basibranchiale (Körper des Z.), Ceratohyalia (kleine Hörner), die ersten Kiemenbogen (grosse Hörner).

690. Das Hinterhauptsbein hat eine nahezu horizontale Lage und die Gelenkhöcker desselben befinden sich nicht weit von der Mitte des Schädelgrundes. Das Supraoccipitale nimmt seine Entstehung von vier Verknöcherungspunkten aus, welche paarweise oben und unten liegen; sie vereinigen sich zwar sehr bald, aber vier Spalten bleiben doch noch lange zwischen ihnen bestehen. Das obere, in membranösen Theilen sich entwickelnde Paar repräsentirt das Interparietale. In der ersten Kindheit befinden sich in der Mittellinie, an den vorderen und hinteren Ecken der Parietalia, vordere und hintere Fontanellen, und je eine Fontanelle liegt an der hinteren unteren Ecke jedes Parietale. Das Basioccipitale und das Basisphenoid werden bis zum zwanzigsten Lebensjahre durch eine Synchondrose von einander getrennt. Beim Erwachsenen findet man in dem vereinigten Basi- und Praesphenoid grosse lufthaltige Hohlräume. Ein ansehnlicher Theil des Nasenseptums, vor dem Mesethmoid, bleibt unverknöchert. Vor und unter dem Nasenbein erhält sich jederseits ein Aliseptalknorpel, der mit dem oberen Rande des Septums verschmilzt, ausserdem ein Paar Alinasalknorpel, jeder auf sich selbst zurückgebogen und beide über dem Ende des Septums einander angelagert. So begrenzen die Alinasalknorpel den ersten Abschnitt der Nasenhöhlen von oben, innen und aussen, ohne jedoch an irgend einer Stelle bis zur Basis des Nasenloches hinabzureichen.

691. Die Verknöcherungskerne der Alisphenoidea treten ungefähr in der achten Woche des fötalen Lebens zwischen dem Foramen rotundum und ovale auf und vergrössern sich von da aus nach aussen und ebenso nach unten in die äusseren Pterygoidfortsätze hinein. Das Basisphenoid entsteht von zwei Punkten aus, welche unmittelbar neben einander in der Sella turcica liegen und sich etwa im vierten Monat vereinigen. Nach ihrer Vereinigung treten dann zwei andere Punkte auf, welche gerade nach aussen von den Furchen für die Carotiden die Lingulae (Basitemporalia) bilden. Die inneren Pterygoidplatten (die eigentlichen Pterygoidea) entstehen im vierten Monat aus selbständigen Knochenkernen. Die Alisphenoidea verschmelzen mit dem Basisphenoid im ersten Jahre nach der Geburt. Die Orbitosphenoidea erscheinen in Gestalt eines Paares von Kernen, je eines an der Aussenseite des Foramen opticum; dieselben dehnen sich durch weiteres Wachsthum in die Orbitosphenoidknorpel aus (die sogen. kleinen Keilbeinflügel). Ein anderes Paar von Kernen findet man an der Innenseite jedes Foramen opticum und aus ihrer Vereinigung geht das Praesphenoid hervor; statt ihrer kann jedoch auch ein einziges Centrum vorhanden sein. Bei der Geburt sind die Alisphenoidea blos durch eine Naht mit den Lingulae verbunden, welche im Vergleich zum Basisphenoid noch gross erscheinen. Die Orbitosphenoidea und das Praesphenoid verschmelzen oberhalb der Foramina optica mit einander; der unterhalb dieses Foramens befindliche Theil des Orbitosphenoids aber fügt sich dem Basisphenoid an. Etwas später wird das Basisphenoid im Vergleich zu den Lingulae erheblich grösser und die hinteren Clinoidfortsätze verknöchern. Die Sphenoidalmuschel tritt erst nach der Geburt auf und lagert sich der Vorderseite des Keilbeinkörpers (des Prae- und Basisphenoids)

an. Jede stellt in der ersten Zeit eine aus drei Lamellen gebildete hohle Pyramide dar, von denen die untere später zur Muschel selbst wird, während der äussere oder Orbitaltheil beim Erwachsenen zwischen die Orbitalplatten des Ethmoidale laterale, das Alisphenoid, Frontale und Palatinum zu liegen kommt und ein oberer Abschnitt, welcher die Innenwand und das Dach des ursprünglichen Keilbeinsinus darstellt, theilweise resorbirt und theilweise mit dem Praesphenoid vereinigt wird, das sich in Folge der Vergrösserung der Nasenhöhlen und der Keilbeinsinusse schliesslich bis auf ein dünnes Sphenoidalseptum und Rostrum reducirt. Das Praesphenoid bleibt aber ein bis zwei Jahre lang breit und unten abgerundet und erst ganz allmählich wird es schmäler und springt stärker vor.

692. In den Ektethmoidea (den Orbital- oder Papierplatten) tritt die Verknöcherung im vierten oder fünften Monat auf, um sich allmählich in die Windungen der Siebbeinmuscheln hinein auszudehnen; während des ersten Jahres verknöchert dann das Mesethmoid mit der Siebplatte durch einen einzigen Kern und vereinigt sich erst im Beginn des zweiten Jahres mit den seitlichen Theilen. Die Siebbeinzellen (das Labyrinth) entwickeln sich im vierten bis fünften Jahr. Erst lange nach der Geburt und zum Theil erst mit der langsamen Annäherung an das erwachsene Alter kommt es zum völligen Verschwinden der spheno-occipitalen und der sphenoethmoidalen Synchondrosen und zur vollkommenen Vereinigung der Hinterhauptsmasse zu einem einzigen Knochen; der Vomer kann mit dem Mesethmoid verschmelzen. Die Fenestra epiotica, welche lange Zeit unterhalb des Bogens des oberen halbkreisförmigen Canals sichtbar ist, wird schliesslich von Knochen ausgefüllt.

693. Das im Maxillopalatinfortsatz entstehende Maxillare beginnt unmittelbar nach dem Unterkiefer und dem Schlüsselbein von mehreren Punkten aus zu verknöchern. Béclard (in Meckel's Archiv, VI, S. 432) beschreibt Knochenkerne für den Alveolarbogen, die Gaumenplatte, den Orbitomalarabschnitt, die Lamina nasalis und facialis und den Schneidezahnabschnitt. Dieselben vereinigen sich sämmtlich am Ende des dritten Monats des Fötallebens. Das Antrum Highmori nimmt seinen Anfang als eine flache Einsenkung, welche vor der Geburt an der Innenfläche des Knochens sichtbar wird; dieselbe vertieft sich bald, dehnt sich nach aussen aus und trennt allmählich den Orbital- und den Gaumentheil des Knochens von einander, die zur Zeit der Geburt noch dicht beisammenlagen. Das Praemaxillare, das den Stirnnasenfortsatz einnimmt, ist anfangs selbständig, wird aber von vorne her durch einen Fortsatz des Maxillare bedeckt, welcher noch vor der Geburt vollkommen mit ihm verschmilzt. An jedem jugendlichen Schädel lässt sich jedoch noch im Gaumen zwischen Praemaxillare und Maxillare eine Spalte erkennen, die vom Foramen incisivum nach aussen gegen die Vorderseite der Höhlung für den Eckzahn verläuft. Das Palatinum entsteht mit einem einzigen Verknöcherungspunkt, der Vomer gleichfalls mit einem, welcher aber zwei den Scheidewandknorpel von beiden Seiten umfassende Lamellen entwickelt. Diese beiden Platten erfahren dann eine bis zur Pubertätszeit von hinten nach vorn fortschreitende Vereinigung und stellen endlich eine einfache mediane Platte dar, an welcher nur noch an der vordern und obern Fläche eine Furche übrig bleibt, in die das Mesethmoid sich einfügt. Das Nasale und das Lacrymale

haben jedes einen Knochenkern, das Jugale (oder Malare) besitzt deren einen oder zwei, die untere Muschel einen.

694. Der Schuppen-Jochfortsatz-Abschnitt des Schläfenbeins entsteht aus einem Kern, das Tympanicum aus einem andern, der rings um das Trommelfell herumwächst, und diese beiden Kerne vereinigen sich bald mit einander. Die periotische Kapsel dagegen verknöchert erst spät von drei Centren aus, 1) dem Prooticum, welches das Dach der Schnecke, den oberen und einen Theil des hinteren halbkreisförmigen Canals, den inneren Gehörgang, das Tegmen tympani und die obere Hälfte der Umgrenzung der Fenestra ovalis liefert; somit gibt das Prooticum dem grösseren Abschnitt des Felsentheils und überdies der obern Portion des Zitzentheils des Schläfenbeins den Ursprung; — 2) dem Opisthoticum, welches die ganze an der Unterseite des Schädels sichtbare Partie des Felsentheils, den Boden der Schnecke, die Umgebung der Fenestra rotunda und die andere Hälfte der Umgrenzung der Fenestra ovalis bildet; es entwickelt auch die Lamelle, welche den Carotiscanal vervollständigt und liefert den inneren Theil des Bodens der Paukenhöhle; — 3) dem Epioticum, das den grössern unteren Theil des Zitzenfortsatzes darstellt.

695. Zur Zeit der Geburt wird das Petromastoid oder der periotische Knochen durch Knorpel vom Schuppentheil getrennt; die knöcherne Vereinigung kommt im Laufe des ersten Jahres zu Stande. Der »Mastoid«-Abschnitt ist dann noch flach, die Gelenkpfanne seicht, der Gelenkvorsprung des Jochfortsatzes kaum wahrnehmbar und der Griffelfortsatz noch ganz knorpelig. Der äussere Gehörgang kommt erst nach der Geburt zur Entwicklung, indem sich die vereinigten Knochen nach aussen vorwölben und speciell der röhrenförmige Theil von der äusseren Fläche des Tympanicumringes auswächst. Der Zitzenfortsatz erscheint im zweiten Jahre als Vorragung, seine Zellen aber entstehen erst nach der Pubertät. Bei der Geburt findet man ein Tympanohyale, das dann als kleiner cylindrischer Pfropf in einer Vertiefung am hintern Rande des Tympanicums, gerade nach vorn und innen vom Foramen stylomastoideum noch mehrere Jahre lang selbständig bleibt. Später verschmilzt es rasch mit der periotischen Masse und wird vom Processus vaginalis des Tympanicums wie von einer Scheide umhüllt. Der knorpelige Griffelfortsatz hängt direct mit dem Tympanohyale zusammen, fängt vor der Geburt an zu verknöchern und kann sich bis ins mittlere Lebensalter hinein erhalten, ohne mit den benachbarten Theilen zu verschmelzen.

696. Die beiden Unterkieferäste nehmen ihre erste Entstehung in fibrösem Gewebe, welches den Meckel'schen Knorpel umgibt. Callender[2] hat an der Symphyse eine mento-meckel'sche Verknöcherung des Knorpels entdeckt; ausserdem scheinen neben dem Dentale auf der Aussenseite Anlagen eines Spleniale und eines Coronale an der Innenseite aufzutreten. Das obere Ende des Meckel'schen Knorpels verknöchert als Hammer, von welchem aus der Knorpel sich zwischen dem knöchernen Tympanicum und der periotischen Kapsel nach unten und vorn erstreckt; der Processus gracilis des Hammers, welcher in der Glaser'schen Spalte zwischen Squamosum und Tympanicum liegt, bezeichnet die Grenze der Verknöcherung,

[2] S. Phil. Transact. 1869, p. 163.

da der Rest des Knorpels allmählich resorbirt wird. Der Zungenbeinbogen wird oben durch den Ambos, das Tympanohyale und den Griffelfortsatz oder das Stylohyale repräsentirt. Die Gehörknöchelchen liegen ursprünglich alle ausserhalb der Paukenhöhle und erst wenn sich die letztere vergrössert hat, wird ihre Schleimhaut als Überzug der in dieselbe vorwachsenden Knöchelchen eingestülpt. Für den Steigbügel werden drei Verknöcherungspunkte angegeben. Das Zungenbein entwickelt sich aus fünf Centren für die beiden Hörnerpaare und den Körper.

697. Die Zeiten des Auftretens der verschiedenen Verknöcherungspunkte sind folgende: in der sechsten bis siebenten Woche der Schwangerschaft Dentale, Praemaxillare, Maxillare und Frontale; in der siebenten bis achten Woche Basioccipitale, Exoccipitale, Supraoccipitale, Basisphenoid, Alisphenoid, Praesphenoid, Squamosum, Parietale, Palatinum, Vomer, Nasale, Lacrymale, Jugale oder Malare; im vierten Monat Pterygoid, Ethmoidale laterale (mittlere und obere Muschel); im fünften Monat untere Muschel; im sechsten und siebenten Monat die periotischen Knochen; im achten Monat Zungenbein (grosse Hörner, Körper, kleine Hörner), Tympanicum, Tympanohyale, Stylohyale; im ersten Lebensjahr Sphenoidmuschel, Mesethmoid und Siebplatte.

698. Die Vereinigung ursprünglich selbständiger Knochen findet in folgender Ordnung statt: die beiden Centren des Basisphenoids verwachsen im vierten Monat des fötalen Lebens, das Pterygoid und die äussere Pterygoidplatte im sechsten Monat, Praesphenoid und Basisphenoid im achten Monat. Während des ersten Jahres nach der Geburt vereinigt sich die periotische Masse mit dem Squamosum, das Alisphenoid mit dem Basisphenoid und die beiden Unterkieferhälften verwachsen in der Kinnsymphyse mit einander. Im zweiten Jahre erfolgt die Vereinigung der Frontalia mit einander und die des Mesethmoids mit den zugehörigen lateralen Theilen. Die Exoccipitalia verschmelzen mit dem Supraoccipitale zwischen dem zweiten und vierten, mit dem Basioccipitale vom fünften bis zum sechsten Jahr. Basioccipitale und Basisphenoid gelangen erst nach dem zwanzigsten Jahr zur vollständigen Verschmelzung. Die Griffelverknöcherung verwächst mit dem Schläfenbein (»Temporale«) beim ausgewachsenen Menschen, und die knöcherne Vereinigung der Zungenbeinhörner mit dem Körper des Knochens endlich geht erst nach Überschreitung des mittleren Lebensalters vor sich.

IX. Capitel.

Die Morphologie des Schädels.

699. Nachdem wir bisher in gedrängter Darstellung die wichtigsten Thatsachen beschrieben haben, welche sich hinsichtlich der Geschichte und Structur des Schädels bei den verschiedenen Thierformen haben feststellen lassen, können wir nun dazu übergehen, jene Thatsachen zusammenzufassen und auf einige Folgerungen hinzuweisen, die richtig begründet zu sein scheinen. Wir dürfen jedoch für diese Folgerungen einen höheren Grad von Beachtung in Anspruch nehmen, als wenn sie nur aus einer Vergleichung der in den früheren Beschreibungen niedergelegten Einzelheiten hervorgegangen wären, denn dieselben sind vielmehr im Verlaufe vieler Jahre eifriger Forschung allmählich zur Ausbildung gelangt, verbunden mit dem Übergang aus der Finsterniss „urtypischer" Phantasien ins helle Licht wirklicher beweisbarer Geschichte. In vielen Fällen gründen sich die ausgesprochenen Ansichten auf eine weitaus umfassendere Kenntniss von Schädeln auf allen möglichen Entwicklungsstufen, als auch nur angedeutet wurde, und eine Menge interessanter Einzelheiten bleibt noch für spätere Veröffentlichung vorbehalten.

Der knorpelige Schädel.

700. In allen Fällen bestehen die primären Elemente der knorpeligen Hirnkapsel aus zwei paarigen Gebilden, die unterhalb der Materie entstehen, aus welcher sich die Dura mater entwickelt, nämlich 1) die Parachordalia hinten, unter dem grösseren Theil des hinteren Gehirnabschnitts, und 2) die Trabeculae unter dem Vorderhirn. Was für Knorpeltheile immer nachträglich in der Gehirnkapsel auftreten, beinah stets bilden sich dieselben durch allmähliche Verknorpelung des

Mesoblasts in unmittelbarem Zusammenhang mit jenen Elementen aus. Auf diese Weise entsteht schliesslich eine mehr oder weniger vollständige Knorpelkapsel.

701. Die Chorda dorsalis tritt in Beziehung zur ganzen Länge der Parachordalia und zum hintern Ende der Trabeculae. Die Schicht, in welcher dieselbe ihren Ursprung nimmt, liegt unmittelbar unterhalb der Nervenaxe und etwas über derjenigen, in welcher die knorpeligen Elemente entstehen. Das vordere Ende der Chorda wendet sich häufig nach oben gegen die zweite Gehirnblase, in einzelnen Fällen aber ist es abermals nach unten zwischen die Trabeculae hinabgebogen, und überdies hat man bei Elasmobranchiern gefunden, dass die Chorda sich geradezu doppelt zusammenlegt und eine Strecke weit rückwärts läuft, bevor sie endigt. Bei andern Formen wieder ist die Biegung der Chorda eine sehr geringe; sie krümmt sich einfach ein wenig nach unten. Bei Embryonen der Haie und Rochen von einem halben bis zu einem Zoll Länge beobachtet man eine Anzahl perlenförmiger Anschwellungen am äussersten Vorderende der Chorda; diese Eigenthümlichkeit schwindet aber später wieder. Beim Huhn zeigt der Schädelabschnitt der Chorda in einem frühen Stadium zwei Einschnürungen, welche denselben unvollkommen in drei spindelförmige Abtheilungen gliedern, und diese Erscheinung bleibt eine längere Zeit hindurch wahrnehmbar. Soweit sich erkennen lässt, bietet die Beschaffenheit der Chorda selbst Nichts dar, woraus ein einigermaassen bestimmter Aufschluss über ihre Beziehungen zu Segmenten oder über die Segmentation des Schädels gewonnen werden könnte. Der einzige bemerkenswerthe Punkt ist der, dass die Chorda zu den Trabeculae sowohl wie zu den Parachordalia in Beziehung steht.

702. Die Parachordalia gehen früher oder später in dem die Chorda rings umgebenden röhrenförmigen Gewebe auf, welches in einzelnen Fällen (*Bombinator*, Hundshai etc.) noch vor diesem Verschmelzungsprocess selbständig verknorpelt und welches mit dem den Rest der Chorda umgebenden Knorpelcylinder zusammenhängt. Jedes Parachordalstück gelangt mit der Trabecula und der Ohrkapsel seiner eigenen Seite zur Verschmelzung und bildet einen grösseren oder geringeren Betrag der seitlichen Hinterhauptswand aus, bevor es sich mit dem Genossen der andern Seite vereinigt. Ja in der Mehrzahl der Fälle weichen die Parachordalia vielmehr während der Weiterentwicklung in ihrer vordern Hälfte oder zwei Dritteln aus einander und in

Zusammenhang damit zieht sich die Chorda, in Folge des Wachsthums der sie umgebenden Theile, scheinbar im Schädelboden zurück, so dass sie nur noch zwischen die hintern Hälften der Parachordalia zu liegen kommt. Auf diese Weise bildet sich denn für einige Zeit eine hintere basicraniale Fontanelle oder eine membranöse Lücke im hinteren Abschnitt des Bodens des Chondrocraniums.

703. Wenn sich die Parachordalia in der Gegend, wo die Chorda noch fortbesteht, mit einander vereinigen, so geschieht dies durch Hervorwachsen von Knorpelbrücken sowohl ober- als unterhalb derselben. Die Brücke unterhalb der Chorda ist sehr wohl ausgebildet und erlangt eine ansehnliche Dicke; oben ist der Knorpel dünner oder er fehlt auch eine längere Zeit hindurch ganz, so dass die Chorda in eine Grube zu liegen kommt, welche sich auf der durch Vereinigung der Parachordalia entstandenen Basilarplatte gebildet hat. In vielen Fällen, wo eine basicraniale Fontanelle existirt, nähern sich die Knorpel nicht mehr einander und die Fontanelle wird dann erst durch knöcherne Gebilde verschlossen; bei anderen Typen dagegen, besonders den Vögeln, verschwindet die Lücke durch Wachsthum des Knorpels fast vollständig, so dass die spätere Knochenablagerung nur das Werk zum Abschluss zu bringen hat. In den meisten Fällen wird der gesammte Schädeltheil der Chorda allmählich resorbirt und ihre Stelle von Knorpel eingenommen, bei einzelnen Formen aber bleibt ein Rest derselben in Gestalt eines dünnen Fädchens übrig, welches im Basioccipitalknorpel oder -knochen eingebettet liegt.

704. Die Länge der Parachordalknorpel variirt im Vergleich zu andern Theilen ausserordentlich. In den einen Fällen (Lachs, Huhn) erstrecken sich die Parachordalia fast ganz bis zur Spitze der Chorda nach vorn und bis auf eine ziemliche Entfernung hinter den Ohrkapseln nach hinten, auch sind sie dann anfänglich von grösserem Umfang als die Trabeculae. Es verdient beachtet zu werden, dass sich die Parachordalia bei den Elasmobranchiern eine ganz erhebliche Strecke weit in den Hals hinein ausdehnen. Erst nachträglich findet eine Abgliederung statt, welche den Schädelknorpel an der gewöhnlichen Stelle vom Cervicalknorpel trennt und zwei basale Gelenkhöcker mit nach hinten gewendeter Convexität bildet. Bei allen übrigen bekannten Formen bildet das hintere Ende jedes Parachordale von Anfang an seinen Gelenkhöcker und demgemäss finden sich auch in jedem knor-

peligen Stadium des Wirbelthierschädels, wo Gelenkhöcker gebildet sind, zwei Hinterhauptscondylen.

705. Das Parachordale wendet sich stets mehr oder weniger nach aussen, sowohl hinter als vor der Ohrkapsel, und unterstützt dieselbe theilweise. Bei den Selachiern wächst es vollständig unter der Ohrmasse durch und ragt sogar noch etwas über dieselbe hinaus nach aussen vor. Der Paroccipitalfortsatz bei den höheren Wirbelthieren ist eine Ausbreitung des Parachordale ringsum die Ohrkapsel, ausserhalb und jenseits derselben. Das Wachsthum des Parachordale vor der Ohrmasse bringt dasselbe mehr oder weniger zur Verschmelzung mit dem Hinterende der Trabecula.

706. Die Trabeculae sind ursprünglich einfache Verdichtungen des Gewebes, welche nachher verknorpeln, in den Seiten des Bodens der ersten Gehirnblase, die sich zwischen ihnen beinah nach unten vorwölbt. Das hintere Ende der Trabeculae ist oft (Lachs, Frosch) anfänglich sehr schlank. Bei andern, wie z. B. den Urodelen, sind sie hinten gerade am breitesten und umfassen frühe die vordere Hälfte des Schädeltheils der Chorda; bei den Haifischen zeigen sie fast durchweg ziemlich die gleiche Breite. In den Fällen, wo sie frühe mit den Parachordalia in Berührung treten, legen sie sich unter einem stumpfen Winkel auf dieselben. Beide Trabeculae zusammen haben stets ein mehr oder weniger birnförmiges Aussehen, indem sie sich vorne unterhalb des Vorderabschnitts der Hirnkapsel und ebenso hinten einander nähern. Im hintern Abschnitt des intertrabecularen Raumes trifft man das Infundibulum und den Pituitarkörper; der ursprüngliche Zwischenraum zwischen den Trabeculae nimmt aber die ganze erste Gehirnblase und nicht blos jene Körper auf.

707. Die primitiven Trabeculae sind flach oder von mehr oder weniger rundlichem Querschnitt. Die Lage, welche sie im Kopfe einnehmen, erfährt in Folge der mesocephalischen Krümmung eine gewisse Veränderung, denn im Anfang liegen sie, wo sie wenigstens früh sichtbar werden, im Allgemeinen auf demselben Niveau wie die Parachordalia, aber die mesocephalische Krümmung kann dieselben bis auf einen Winkel von 120° oder mehr gegen die letzteren herabbiegen, und in anderen Fällen nehmen sie eine solche Lage bereits bei ihrem ersten Auftreten ein. Beim weiteren Fortschritt des Wachsthums verliert sich diese Krümmung vollständig und das Niveau der Trabeculae und der Parachordalia kann abermals nahezu dasselbe werden.

708. Es gilt im Allgemeinen für die niedern Typen, dass die Trabeculae von Anfang an von den Parachordalia gesondert wahrnehmbarsind, und dieses Verhältniss scheint auf der mesocephalischen Krümmung zu beruhen. Bei den höheren Formen (Vogel, Schwein) kann man sie zu keiner Zeit deutlich gesondert finden, obgleich sich vielleicht eine Andeutung einer Abgrenzung in dem Rudiment der hinteren Sattellehne erkennen lässt. Wo der Umfang der Trabeculae hinten am geringsten ist, da vermögen sie kaum die Spitze der Chorda zu umfassen, und das ist überall der Fall, wo sie gesondert erscheinen. Sind sie aber hinten von beträchtlicher Grösse, so treten sie in wechselnder Ausdehnung mit der Chorda in Beziehung, im extremsten Fall (Axolotl) bis über die Hälfte des Schädelabschnitts der Chorda hinaus, wobei sie sich nach hinten hin in unmittelbarer Berührung mit derselben zuspitzen und der Chordaspitze gegenüber ihre grösste Breite erreichen.

709. Eine höchst auffallende Verschiedenheit besteht in der relativen Grösse und dem Zeitpunkt des Auftretens der Parachordalia und der Trabeculae. Bei einigen Typen sind die Parachordalia von Anfang an gross und selbständig ausgebildet, die Trabeculae dagegen unverhältnissmässig klein und wenig fest (Lachs); bei anderen sind die Trabeculae deutlich erkennbar und solid und haben sie ihre definitiven Beziehungen erlangt, lange bevor die Parachordalia überhaupt aufgetreten sind (Axolotl, Frosch). Bei den Selachiern verhalten sich beide Gebilde ziemlich gleich, jedoch verknorpeln die Trabeculae zuerst.

710. Wenn eine praechordale (postpituitare) Brücke nicht schon von der Zeit der ersten Gewebsverdichtung an vorhanden ist, so wird sie jedenfalls später gebildet als Vereinigungsstelle der Trabeculae und Parachordalia, ausgenommen wo die letzteren sich nicht so weit nach vorn erstrecken. In den meisten Fällen erscheint diese Brücke in der That ganz oder zum grössten Theil von den Trabeculae gebildet. Ausserdem erweist sich die hintere Sattellehne gewöhnlich unverkennbar als Erzeugniss der Trabeculae, sei es dass sie sich als quer verlaufender Wulst von dem vereinigten basicranialen Knorpel erhebt (Huhn, Schwein), oder dass sie von Anfang an von den die Parachordalia überlagernden Trabeculae hervorgebracht wird.

711. An der breitesten Stelle der Trabeculae, dicht vor der Spitze der Chorda, kann sich eine schmale gekrümmte Zunge oder

Lingula davon abheben, welche dann von andern Theilen frei bleibt und rückwärts gewendet ist (Huhn); oder ein solcher Fortsatz kann gross werden und sich mit einem vordern äusseren Fortsatz des Parachordale vereinigen *(Carcharias glaucus)*.

712. Die Ausdehnung der Trabeculae nach vorn hin bei ihrem ersten Auftreten wechselt ausserordentlich mit dem Grade der frühesten Ausbildung der Schnauze. Sie bilden stets von Anfang an die Unterlage für den gesammten vorderen Abschnitt der Gehirnkapsel, aber in einzelnen Fällen (Frösche und gewisse Molche) verlaufen sie sehr früh schon zwischen den Nasensäcken nach vorn bis in die Praenasalgegend und entsenden ihre Hörner. Bei anderen erstrecken sie sich sehr bald in die Internasalgegend, wo sich später die Nasenscheidewand bildet. Zunächst wollen wir nun die Modificationen der Trabeculae in der Gegend der Schädelhöhle besprechen.

713. Die unterhalb des Vorderhirns gelegenen Trabeculae, welche anfänglich durch eine Lücke von einander getrennt werden, vorne aber unmittelbar beisammen liegen, nähern sich einander in vielen Formen sehr früh längs ihrer ganzen Ausdehnung, ausgenommen wo der Pituitarkörper und die Carotiden zwischen ihnen liegen. Sie können entweder ganz flach (Selachier) oder schief unter einem nach unten offenen stumpfen oder rechten Winkel (Lachs) zusammengelagert sein. Rasch greift dann längs des ganzen zusammenstossenden Abschnitts Verwachsung Platz und eine Trabecularplatte nimmt den gesammten vordern Theil des Bodens der Hirnkapsel ein, wobei sie sich durchaus der Gestalt des Gehirns anpasst, flach oder wenig gekrümmt erscheint und sich oft gegen das vordere oder Ethmoidalende der Hirnkapsel mehr oder weniger erhebt. Der praepituitare Abschnitt des Trabecularknorpels kann eine besondere vordere Sattellehne entwickeln und so zur Abgrenzung einer viereckigen oder rundlichen Pituitargrube beitragen. Auf einer späteren Stufe entsteht in vielen Fällen eine dünne, mit den Trabeculae zusammenhängende Knorpelplatte im Boden der Pituitargrube, welche nur von den Löchern für die inneren Carotiden durchbrochen wird. Die Trabecularplatte dehnt sich manchmal auch nach aussen über die Schädelhöhle aus, so dass sie theilweise noch die Augäpfel stützt.

714. Bei den Amphibien bleiben die primären Trabeculae im Allgemeinen getrennt, soweit sie unter dem Vorderhirn liegen, aber bei den Anuren verbindet ein dünner Knorpelboden die beiden Spangen

und füllt die ursprüngliche Fontanelle aus. Bei den Schlangen bleiben die Trabeculae bis zur Nasengegend dauernd getrennt und behaupten stets ihre ursprüngliche einfache Gestalt. Bei den Aalen sind sie vorn getrennt.

715. Die bemerkenswertheste Modification des cranialen Theils der Trabeculae ist diejenige, welche bei den Knochenfischen, den Eidechsen und Vögeln ein Interorbitalseptum entstehen lässt. Das Dach der Mundhöhle hebt sich allmählich durch einen beträchtlichen Zwischenraum vom Schädelboden ab und die untere Hälfte der Augäpfel kommt zwischen den Gaumen und den Schädelgrund zu liegen. Eine mediane, senkrechte, membranös-knorpelige Wand (das Interorbitalseptum) trennt die beiden Augenhöhlen von einander und der Knorpel, welchen dieselbe erhält, stammt in der Regel vom Wachsthum eines medianen Trabecularkammes. Auf diese Weise wird das Vorderhirn median von einer Wand getragen, welche vor der Pituitargegend stark emporsteigt, und seitliche Auswüchse von der oberen Kante dieses Septums legen sich unter die Seiten des Gehirns. Das Interorbitalseptum kann dick und fest sein oder dünn mit einer schwachen Verdickung an der Basis, und eine grössere oder kleinere Strecke desselben kann von der Verknorpelung ganz verschont bleiben oder sogar wieder membranös werden, nachdem sie erst knorpelig gewesen war.

716. Wenn sich die Trabeculae ursprünglich als zwei selbständige Spangen in die Internasalgegend erstrecken, so verschmelzen sie frühe zu einer Internasalplatte, welche die Basis der Nasenscheidewand darstellt, wo diese zu deutlicher Ausbildung gelangt. Dieselbe Bezeichnung Internasalplatte wird auch gebraucht, wenn die internasale Verknorpelung, in Zusammenhang mit den Trabeculae, von Anfang an einfach ist. Diese Platte kann ein einfacher Stab an der Basis der Internasalgegend sein, ganz ähnlich demjenigen, welcher, wie oben beschrieben, durch die frühe Verwachsung der beiden Trabeculae entsteht, und erscheint dann als eine Fortsetzung des Niveaus des Schädelbodens, welche auch manchmal dauernd diese Form behält; oder aber sie nimmt ihren Ursprung als Verlängerung des eben erwähnten verticalen Interorbitalseptums. In jedem Falle kommt vor dem Internasalabschnitt sehr häufig ein unpaares Praenasalgebilde zu Stande, das entweder (Rochen) gerade nach vorn gerichtet oder (Vogel) als Axe des Schnabels nach unten gekrümmt ist. Beim Rochen erlangt es eine beträchtliche Ausbildung nach vorn als Axe des Rostrums und

trägt eine mit dem Internasalboden zusammenhängende gefurchte obere Fläche. Beim Hühnchen in einem frühen Stadium und bei der Schildkröte erscheint es unter die axialen Theile herabgebogen und rückwärts gewendet. Wo das ausgewachsene Thier eine sehr stumpfe Schnauze hat, da ist auch das praenasale Element sehr kurz oder es fehlt vollständig (Lachs, Axolotl, Frosch).

717. Der Hauptttheil der Nasenscheidewand kann ursprünglich doppelt entstehen, wie beim Schwein, wo aber die beiden Lamellen sehr früh mit einander verwachsen. Wenn die Riechorgane weit von einander entfernt liegen, so finden sich Knorpelflügel (Nasoseptallamellen), welche sich von der basalen Internasalgegend weit nach aussen wölben und mit den Riechkapseln verschmelzen. Sie können sich beim Ausgewachsenen so weit ausbreiten, dass sie mit der Internasalplatte in Zusammenhang zu stehen scheinen und jederseits nur schwach aufsteigen.

718. Stets gehen von den axialen Knorpeln der Nasengegend seitliche Auswüchse aus. Die Riechorgane werden von vorderen und hinteren Auswüchsen gestützt, den Trabecularhörnern und den Antorbital- oder den lateralen Ethmoidknorpeln. Die Hörner sind bei einigen Typen fast auf der allerersten Stufe der Ausbildung des Schädels als Auswärtskrümmungen der Trabeculae erkennbar, welche vor den Nasensäcken nach vorn vorspringen, und bald können sie dann Anzeichen einer Trennung in zwei Lappen zeigen, von denen der eine äussere sich verbreitert, sich theilweise unter den Nasensack schiebt und ihn von vorn beschützt, während der andere sich nach innen und unten wendet und unterhalb des internasalen Bodens seine Richtung mehr oder weniger rückwärts nimmt; und schliesslich verschmelzen diese rückwärts verlaufenden Knorpel bei einigen Vögeln zu einem einzigen, ganz unabhängig vom praenasalen Abschnitt, welcher zu gleicher Zeit fortbesteht.

719. Die Antorbitalknorpel stimmen in mehrfacher Hinsicht mit den Trabecularhörnern überein, indem sie ähnliche Beziehungen zur Nasenkapsel eingehen und frühe von der vorderen Vereinigungsstelle der Trabeculae entspringen; auch können sie fast vollständig rückläufig sein (Rochen). Bei den Urodelen entstehen sie ganz selbständig von den Ethmoidalecken des Schädels. Häufig erlangen sie eine beträchtlichere verticale Ausdehnung als die Cornua, entsprechend der Höhe der zugehörigen Theile, und sie können der Befestigungs- oder Ver-

wachsungspunkt für einen Abschnitt des Mandibularbogens oder bestimmter, von demselben sich entwickelnder Knorpeltheile mit dem Schädel werden. Der Antorbitalknorpel verwächst häufig mit der Rückseite der Nasenwand und wird unter diesen Umständen manchmal durch das Wachsthum der Kapsel weit nach aussen verlagert, ja selbst von den axialen Theilen losgelöst, von welchen er ursprünglich ausgegangen war.

720. Wir haben nun die Ausbildung einer knorpeligen Hirnkapsel in dem das primäre membranöse Cranium umgebenden Gewebe zu verfolgen, welche in mehr oder weniger vollkommenem Zusammenhang mit den basalen Gebilden steht, die oben beschrieben wurden. Getrennte Knorpelelemente gelangen selten in irgend einem Theil der Schädelumhüllung zur Entwickelung, aber in vielen Fällen ist es ganz unmöglich, zu bestimmen, ob die Verknorpelung durch Umwandlung der Zellen an jeder einzelnen Stelle des Gewebes oder aber durch Proliferation der Zellen in dem bereits vorhandenen Knorpel vor sich gegangen ist: wahrscheinlich kommen beide Processe neben einander vor. Die Ausgestaltung der seitlichen Wandungen in Knorpelsubstanz findet häufig nicht so vollständig statt wie die Bildung der basalen Theile und ihre Ausdehnung und ihr ganzer Stil scheint ausserordentlich durch die Anlagerung der drei Paare von Sinneskapseln beeinflusst zu werden. Das Dach endlich ist bei vielen Typen noch viel weniger vollständig verknorpelt und zeigt seine eigenen der Fensterbildung unterliegenden Abschnitte.

721. In allen Fällen bildet sich ein das Foramen magnum umgrenzender knorpeliger Hinterhauptsring dadurch, dass die Parachordalia jederseits emporwachsen, oben zusammenstossen und mit einander verschmelzen. Dieser Ring ist hinter den periotischen Massen durchaus selbständig und geschlossen, complicirt sich aber durch Vereinigung mit denselben in ihrer hintern Hälfte. In den meisten Fällen beschränkt sich der Hinterhauptsring nicht auf die Gegend hinter der Ohrkapsel, sondern der Knorpel dehnt sich oben und unten seitlich zwischen den Ohrkapseln im Schädeldache aus, wobei er sich manchmal bis zu zwei Dritteln ihrer Länge nach vorn erstreckt. Unten im Chordaabschnitt kann die Hinterhauptsumhüllung etwas unvollständig bleiben; in solchen Fällen findet sich aber stets ein Überrest der Chorda.

722. In der Ohrregion lässt sich eine von der Ohrkapsel getrennte Schädelwand nicht deutlich abgrenzen. Weiter vorne trifft man eine besondere Knorpelwandung, die aber von Nervenlöchern und Fenestrae durchbrochen wird. Diese Wandung kann bei den niedrigeren Typen nahezu senkrecht stehen; steigen wir aber die Stufenleiter der Wesen empor, so erscheint sie immer mehr und mehr schief nach aussen gezogen und überhängend, bis schliesslich (Schwein) Theile, welche bei den tieferstehenden Formen die Seitenwand darstellen halfen, in die Bildung des Bodens der grossen Schädelhöhle eingehen, während der grösste Theil der Wand und des Daches unverknorpelt bleibt und eine einzige grosse Fontanelle am knorpeligen Schädel darstellt. Es ist insbesondere hervorzuheben, dass diejenigen Typen, welche ein knorpeliges Interorbitalseptum besitzen, in der Regel unvollständig ausgebildete Schädelwände zeigen. Die einzelnen Regionen des seitlichen Knorpels sollen näher bezeichnet werden, wenn wir zur Besprechung der Nerven übergehen; hier sei nur beigefügt, dass in einigen Fällen (bei den Schlangen z. B.) ein kleiner, als Alisphenoid zu benennender Knorpel in dem unmittelbar vor der Ohrkapsel liegenden Abschnitt der Schädelwand oder des äusseren Theils des Bodens auftritt, welcher aber auch als Fortsatz des basicranialen Knorpels, nicht von demselben abgelöst, erscheinen kann. Vor diesem kann sich ein grösserer Knorpelflügel, das Orbitosphenoid, entwickeln, das gleichfalls bestimmte Beziehungen eingeht.

723. Die seitliche Schädelwand entsteht bei den einfacheren Typen durch das Wachsthum eines longitudinalen Kammes auf jeder Trabecula; derselbe ragt hinten am meisten vor und fliesst oft frühe mit der Ohrkapsel hinten und der Nasenkapsel vorn zusammen. Wo der craniale Abschnitt scharf abgegrenzt ist (bei allen ausser den Selachiern), setzt sich dieser Kamm in der Ethmoidalregion nach innen fort, bis die beiderseitigen Kämme zusammentreffen und so mit dem Schädelboden eine trog- oder kahnförmige Höhlung darstellen, in welcher das Gehirn liegt; und zu gleicher Zeit kann der Ethmoidalabschnitt mit den Nasensäcken zusammenfliessen.

724. Die seitliche Verknorpelung kann in Zusammenhang treten mit einem oberen (supraorbitalen) Knorpelwulst, welcher die Ethmoidal- und Nasalregion mit der Ohrgegend verbindet, und schliesslich kann die Verknorpelung auch nach innen gegen die Mitte des Schädeldaches fortschreiten. Das Tegmen cranii (beim Frosch, Haifisch, Rochen etc.)

ist von wechselnder Grösse und lässt in der Regel eine grosse vordere und manchmal ausserdem (Frosch) zwei kleinere hintere Fontanellen bestehen. Sein Wachsthum pflegt hauptsächlich von vorn nach hinten fortzuschreiten, wie beim Lachs und beim Frosch; beim ersteren bedeckt es die Hirnkapsel mit einem dicken Dach oder Tegmen bis auf zwei kleine hintere-seitliche oder parietale Fontanellen, in welchen der Knorpel dauernd fehlt. Bei den Urodelen kann das Wachsthum des Schädelbodens frühe stehen bleiben und die Trabeculae einen verhältnissmässig grossen Abstand von einander behaupten und schliesslich so aussehen, als ob sie vollständig in die Seitenwandungen aufgegangen wären, blos einen Theil derselben bildeten, so dass denn die Schädelhöhle zwei vollständige Seitenwände, aber in der Trabecularregion wenigstens weder ein knorpeliges Dach noch einen solchen Boden besitzt.

Die Sinneskapseln.

725. Die speciellen Sinnesorgane beeinflussen den Aufbau des Schädels in sehr ausgesprochenem Maasse, und zwar erweisen sich die Augäpfel nicht minder wirksam als die Nasen- oder die Ohrkapseln, die äussere Form des Schädels sowohl wie den Stil seines inneren Baues zu modificiren. Die Sinneskapseln zeigen gemeinsam eine mehr oder weniger vollständige knorpelige Umhüllung und eine innige Anlagerung an den Knorpel der Schädelkapsel und Beschützung durch denselben. Sie liegen paarweise zu den Seiten des Schädels und stehen in Beziehung zu mehr oder weniger ausgedehnter Fenestrabildung im Schädelknorpel, wo sie mit diesem zusammentreffen. Jede Kapsel erhält, abgesehen von der Versorgung durch andere Nerven, ihren speciellen Sinnesnerven. Die knorpelige Umhüllung ist in keinem Falle ganz vollständig, oder wenn sie dies zu einer bestimmten Zeit sein sollte, so bleibt sie doch nicht so, indem sich Öffnungen finden, durch welche die bei der Erregung von Empfindungen thätigen Agentien wirksam sein können, in einigen Fällen auch als Überbleibsel einer ursprünglichen Einstülpung. Die Umhüllung des Riechorgans unterscheidet sich aber von den beiden andern dadurch, dass sie meistentheils einer Mütze oder Kuppel ähnlich und unten mehr oder weniger weit offen ist, während jene vollständiger geschlossen und eher wirklich kugelförmig sind.

726. Die Ohrmassen sind im Ganzen bei niedrigen Typen im Verhältniss zum Schädel von bedeutenderer Grösse und je weiter wir hinaufsteigen, desto mehr finden wir dieselben der sich vergrössernden Hirnkapsel untergeordnet und in ihren allgemeinen Umriss hineingezogen. Bei den unteren Gruppen ist die Höhe der Ohrkapsel nahezu derjenigen des ganzen Schädels gleich und ihre Breite kann eben so gross sein; die feste Einfügung des Organs in die Hirnkapsel lässt es gar nicht zur Ausbildung einer besonderen knorpeligen Schädelwand in dieser Gegend kommen, sondern führt vielmehr zu einer Verschmelzung des Craniums mit der Kapsel längs ihres ganzen Umfangs, die nur an einzelnen Punkten Grenzmarken ihrer Selbständigkeit bestehen lässt. Demnach können wir uns so ausdrücken, dass der seitliche Abschnitt, wo kein besonderer Schädelknorpel vorhanden ist, eine grosse Ohrfenestra darstellt. Bei höheren Formen ist man gar nicht mehr im Stande, die Bildung des Schädel- und des Ohrknorpels getrennt von einander zu beobachten; die Gebilde stehen von Anfang an in unmittelbarem Zusammenhang; aber die in der That doch vorhandene Fenestrabildung kann in einem späteren Stadium sichtbar werden, nachdem die Verknöcherung eingetreten ist, indem längs des ganzen oder wenigstens eines grossen Theils des Umfangs der periotischen Masse die Verwachsung mit benachbarten Abschnitten unterbleibt.

727. In vielen Fällen gelangt ein kleiner hinterer-oberer Abschnitt der Kapsel niemals zur Verknorpelung oder er bleibt bis in eine späte Entwickelungsperiode unverknorpelt und stellt eine Fenestra epiotica dar. Dieselbe bezeichnet die Stelle des ursprünglichen Zusammenhangs der Ohrmasse mit dem Epiblast. Eine andere Fenestra entsteht beim Lachs unten gegen die Medianlinie hin, zuerst als Lücke zwischen dem Parachordalknorpel und der Kapsel sichtbar werdend; aber indem sich der erstere nach aussen hin vorschiebt und die Kapsel über denselben zu liegen kommt und mit ihm verschmilzt, verschiebt sich auch die Fenestra nach aussen und wird in Wirklichkeit zu einer Öffnung am seitlichen Umfang und dem Boden des Vestibulums, die sich jedoch später verschliesst. Ihre schliessliche Lage entspricht ziemlich derjenigen, in welcher bei den Amphibien der Stapes auftritt. Bei einigen Teleostiern findet sich eine Lücke in der cranialen Fläche der Ohrmasse, so dass also an dieser Stelle zwischen dem membranösen Labyrinth und der Schädelhöhle kein Knorpel liegt.

728. Eine charakteristische Erscheinung an der Ohrkapsel ist bei fast allen Typen die in einer frühen Periode schon zu beobachtende Entstehung einer äusseren, mehr oder weniger horizontal verlaufenden Vorragung, des sogenannten pterotischen Wulstes; er steht in Beziehung zum horizontalen halbkreisförmigen Canal und umschliesst oft einen Theil desselben. Wo keine Paukenhöhle vorhanden ist, überragt dieser Wulst die Gelenkverbindung der Anhangselemente des Schädels mit dem letzteren. Wenn sich eine Paukenhöhle ausgebildet hat, so gestaltet sich dieser Wulst zu einem Tegmen tympani oder Paukenhöhlendach und dann erhält die Ohrmasse unterhalb des Wulstes eine bestimmte Eintiefung. Diese Höhle kann noch schärfer abgegrenzt werden durch eine hintere Wandung und einen theilweisen Boden vom Exoccipitalknorpel her und durch einen vom Ohrknorpel selbst entwickelten knorpeligen Boden (die Bulla des Ohres).

729. Die Gelenkflächen und Verwachsungsstellen der periotischen Kapsel mit den Anhangsgebilden sollen später erwähnt werden, aber einen Punkt müssen wir hier schon hervorheben, dass nämlich eine Fenestra (ovalis), welche in innigster Beziehung zur Gehörfunction steht, in dem an die Paukenhöhle angrenzenden Theile der Kapsel entsteht, entweder durch Spaltung des Knorpels oder aber dadurch, dass sich ein kleines Segment, der Stapes, davon abhebt, der dann in dem Loch, aus welchem er ausgeschnitten wurde, sitzen bleibt. In anderen Fällen bildet sich der Stapes durch Verknorpelung des Gewebes in der membranösen Fenestra. Bei den Urodelen lässt sich die Entstehung des Stapes darstellen als Abtrennung einer über den Fensterschlitz herüberhängenden deckelförmigen Falte und hier setzt sich der Stapes nur durch Ligament mit andern, etwas von ihm entfernten Theilen in Verbindung. Bei höheren Formen jedoch hängt der Stapes stets innig mit nach aussen davon liegenden Elementen zusammen oder er ist damit verwachsen oder entsteht sogar gleich in Zusammenhang mit denselben. Eine andere Fenestra (rotunda) tritt bei manchen Reptilien in der Wandung des Rudiments der Schnecke auf und kommt an entsprechender Stelle bei allen Vögeln und Säugethieren vor.

730. Die beweglichen Augäpfel verschmelzen nicht wie die Ohrmassen mit dem Schädel, aber die Höhlungen, in denen sie sitzen, zeigen in wunderbarster Weise die grosse Veränderungsfähigkeit der

axialen Theile und die mannichfaltigen Schattirungen der Anpassung, welche sie annehmen können. Mögen die Augen die Seite der ganzen vorderen Hälfte der Hirnkapsel einnehmen oder unterhalb derselben eingebettet, über sie emporgehoben (*Chimaera*) oder nach aussen davon verlagert sein (*Zygaena*), stets werden die Augenhöhlen von denselben nur wenig umgestalteten Knorpelgebilden umgrenzt. Bei der einfachen seitlichen Anlagerung der Augen (Haifische) liefert die Ausbreitung der trabecularen Basis des Craniums nach aussen theilweise den Boden für die Augenhöhle, während der vorspringende Supraorbitalstreifen sie von oben beschützt und der antorbitale und der postorbitale oder sphenotische Ausläufer jenes Wulstes sie von vorn und hinten einfassen. Die Gaumentheile und Aponeurosen bilden den übrigen Abschnitt des Augenhöhlenbodens. Bei den Amphibien, welche einfache seitliche Augenhöhlen besitzen, ist kaum von einer Ausbildung schützender Lamellen die Rede; aber von grossem Interesse ist die Geschichte der Suborbitalknorpel bei den Anuren, indem die Subocularspange erst vom Suspensorium des Unterkiefers und nachher vom Palatopterygoidknorpel dargestellt wird. Die Augäpfel ruhen in einem früheren Stadium fast ganz auf Knorpel; indem dann aber beim weiteren Wachsthum des Kopfes das Subocularfenster sich vergrössert, kommen die Augen fast ausschliesslich auf Membran zu liegen. Bei diesen Typen ist auch das Foramen opticum immer und zwar oft um ein Bedeutendes grösser als der Nerv, welcher durch dasselbe hindurchgeht; der übrige Raum wird von Membran ausgefüllt.

731. Wenn der Augapfel tiefer nach innen eingebettet und allseitiger beschützt ist, so treffen wir eine Umgestaltung des Schädelknorpels, welche so aussieht, als ob die untere Partie seiner Seitenwand zusammengedrückt und zu einer blossen senkrechten Scheidewand gemacht worden wäre. Der vordere Abschnitt der Schädelhöhle erhebt sich dann über diese Scheidewand, indem eben die darin eingeschlossene Gehirnportion verhältnissmässig klein wird und zwischen die oberen Hälften der Augen oder sogar vollständig über dieselben zu liegen kommt. Unter solchen Umständen greift denn bei fortschreitendem Wachsthum in der Scheidewand sehr häufig eine mehr oder weniger umfassende Fensterbildung Platz und ebenso kann dieselbe (Eidechsen) in dem schräg abfallenden cranialen Dach der Augenhöhle (im Orbitosphenoidabschnitt) eintreten und das Foramen opticum grösser sein als der zugehörige Nerv.

732. Bei den Vögeln wird die Augenhöhle von oben und hinten durch die schief nach aussen aufsteigende Schädelwand und ausserdem durch den vorspringenden Supraorbitalwulst und von vorn durch die antorbitale oder postnasale Platte der Nasenkapsel beschützt, welche in einen äusseren und unteren Fortsatz (das Os uncinatum der Finken und Papageien) verlängert sein kann. Ein eigentlicher Boden entwickelt sich nicht, da die Gaumentheile nur unbedeutend in Bezug auf die Augenhöhle speciell umgestaltet erscheinen. Beim Säugethier gewinnt noch ein fernerer Umstand Einfluss auf die Lage und sonstigen Beziehungen der Augenhöhlen, nämlich die Ausdehnung der Nasenkapseln nach hinten bis unter das Vorderende des Craniums und zwischen die Augen. In ihrem knorpeligen Stadium wird die Augenhöhle vom Orbitosphenoidalabschnitt überdacht und durch den lateralen Ethmoidknorpel theilweise mit Boden und Seitenwandungen versehen. Später wird ihre Umgrenzung durch Knochen vervollständigt, sie kann aber auch dauernd in sehr beträchtlichem Umfange von unten durch blosse Membran gestützt werden. Ein ganz ansehnlicher Theil der Augenhöhle kann in diesen Fällen unter dem Niveau des Schädelgrundes liegen.

733. Die Scleroticalumhüllung des Augapfels ist bei den meisten Typen mit Ausnahme der Säugethiere knorpelig. Bei vielen Selachiern und einigen Knochenfischen wird der Augapfel in der Nähe der Eintrittstelle des Sehnerven durch einen beweglichen Knorpelstab oder Stiel gehalten, der sich sowohl mit dem Sclerotical- wie mit dem Schädelknorpel verbindet.

734. Die Nasenkapsel stellt in ihrem einfachsten Zustande bei den Selachiern eine knorpelige Kuppel vor, die sich nach unten weit öffnet. Ihre Sinnesmembran stülpt sich in zahlreichen Falten vor, diese aber werden nicht von Knorpel gestützt. Der Knorpel der Kapsel ist nicht aus dem Cranium hervorgewachsen, geräth aber hinten schon früh mit demselben in Zusammenhang. Mehr oder weniger Labialknorpel werden in die klappenförmige untere Öffnung einbezogen und können dann mit der eigentlichen Nasenumhüllung verschmelzen. Eine seitliche Vereinigung der Kapseln mit dem Internasalknorpel kommt durch Vermittlung von Nasoseptallamellen zu Stande. Eine Fenestra kann an der inneren oberen Fläche der Kapsel auftreten, abgesehen von der grossen, weiter hinten gelegenen Nervenfenestra, durch welche die Fasern des Riechnerven nach unten herabsteigen.

735. Beim Lachs kann man nicht von der Existenz besonderer Kapselknorpel sprechen: in einer frühen Periode finden wir einen medianen Internasalabschnitt von Knorpel mit vorderen und hinteren Hörnern und einen durch die vereinigten Trabeculae gebildeten Boden. Beim ausgewachsenen Thier kleidet die membranöse Nasenkapsel eine auf beiden Seiten in den massiven Schnauzenknorpel eingesenkte Höhlung aus und wird von Knochen beschützt. Bei den meisten Urodelen trifft man denselben massiven Internasalknorpel und den von den Trabecularhörnern nach vorn abgehenden Auswuchs, aber ausserdem tritt ein grösserer oder geringerer Betrag von besonderem, der Kapsel angehörigem Dachknorpel hinzu, während anderseits hier keine Labialknorpel zu den Nasenöffnungen in Beziehung treten.

736. Beim Frosch bildet sich eine besondere senkrechte Nasenscheidewand aus. Die Riechsäcke ruhen anfänglich auf den vordersten Verlängerungen der Trabeculae. Später liegen sie zwischen diesen und dem distalen Ende jedes Unterkiefersuspensoriums — ein sehr bemerkenswerthes Verhältniss. Schliesslich aber, nachdem die Nasenscheidewand gebildet ist, entsteht ein eigenthümliches oberes-äusseres Nasendach und die Hörner und die Labialknorpel sind schwalbenschwanzartig in die Umgrenzung der Kapsel vertheilt, so dass zwei Öffnungen, eine obere und eine untere, übrig bleiben. Hinten krümmt sich das Dach dergestalt nach unten, dass ein hohler schneckenartiger Recessus entsteht. Bei andern Anuren, welche eine Nasenscheidewand besitzen, kann der eigentliche Kapselknorpel sehr unvollständig sein oder beinah ganz fehlen, womit sich jedoch eine sehr weitgehende Anpassung der wahren Labialknorpel zum Schutz der Nasensäcke verbindet *(Pipa, Dactylethra)*. Beim Frosch beobachten wir zum erstenmal das Auftreten von Knorpellamellen im Innern der Kapsel im vordern Abschnitt. Ähnliche Lamellen kommen bei manchen Reptilien vor.

737. Bei Vögeln und Säugethieren erreichen die Riechkapseln einen sehr hohen Complicationsgrad. Sie können an Grösse so weit zunehmen, dass sie entschieden die grössere Hälfte von der ganzen Länge des Schädels einnehmen; zum grössten Theil aber beruht die an ihnen hervortretende Complication auf der Anwesenheit von Knochen, die nicht in Knorpel vorgebildet sind, die wir also bei unserer Besprechung der eigentlichen Kapseln nicht weiter zu berücksichtigen brauchen. Im wesentlichen können wir die Kapseln bei diesen Classen betrachten als

zusammengesetzt aus der medianen senkrechten Scheidewand und Auswüchsen von derselben, die auch als einfache Fortsätze entstehen können und das Dach, die Seitenwand, eine vordere und eine theilweise hintere Wand, und durch Einfaltung der Seitenwand einen grösseren oder geringeren Abschnitt eines von aussen her angelegten Bodens bilden. Bei einigen wenigen Formen wird dieser Boden vollständig (Falken). Von der inneren Oberfläche dieser Kapselknorpel wachsen Knorpellamellen einwärts gegen die Scheidewand vor und bilden die verschiedenartigsten Windungen. Es lassen sich drei Hauptregionen unterscheiden, eine aliethmoidale (vordere), eine aliseptale (mittlere) und eine alinasale (hintere), von denen die letztere mit dem äusseren oder vorderen Nasenloch in Beziehung tritt. Muschellamellen können in jeder dieser Regionen entstehen und jede zeigt ihren besonderen Charakter: diejenigen der Aliseptalregion (die untere und die Nasenmuschel) sind oft von überwiegender Grösse; diejenigen der Aliethmoidalregion (die mittlere und obere Muschel) treten speciell in den Dienst des Geruchssinnes. Bei den Säugethieren trifft man alle diese Gebilde in ihrer höchsten Vollendung und in vielen Fällen graben sich die Nasensäcke sogar nach hinten unterhalb der Schädelhöhle bis in die Sphenoidalgegend ein. Sowohl beim Vogel als beim Säugethier kommt es zu einer Anpassung ursprünglicher Labialknorpel für die Zwecke der vorderen Nasenlöcher; beim Schwein liegen diese Öffnungen unten. Auch das hintere Nasenloch ist, bei Schlangen und manchen Vögeln, mit besonderen Labialknorpeln ausgestattet, welche in der Gegend des Vomer auftreten.

738. Bei den Säugethieren ist die Lücke, durch welche die Riechnervenfasern in die Kapseln herabsteigen, anfänglich eine grosse membranöse Fenestra vergleichbar derjenigen für den Nervus opticus beim Frosch; durch diese Membran hindurch treten die Fasern in unregelmässig zerstreuter Vertheilung. Bei weiterem Wachsthum erscheint Knorpel in den Zwischenräumen zwischen den Fasern und stellt die Siebplatte dar, welche mit dem obern Rande des hinteren Abschnitts der Nasenscheidewand in Zusammenhang tritt. Eine andere Fensterbildung, entsprechend derjenigen, welche im Interorbitalseptum vorkommt, findet sich bei vielen Vögeln in der Nasenscheidewand, und dies Fenster kann sehr gross werden und sogar den bisher vorhandenen Knorpel zum Schwund bringen, so dass ein grosser, nach unten geöffneter Ausschnitt entsteht. Derselbe liegt hauptsächlich in der Ali-

septalregion, in einzelnen Fällen aber treten mehrere Fenster in der Scheidewand auf.

Die Bogen.

739. Die am Schädel aufgehängten Bogen zeigen gewisse Übereinstimmungen mit denjenigen des Körpers. Sie umschliessen einen Hohlraum, unterliegen der Abgliederung und zeigen sehr ähnliche Beziehungen zu den Nerven. Dagegen steht die Nichtbefestigung der Kiemenbogen am Schädel oder an Wirbeln im Gegensatz zur Anheftung der Rippen an der Wirbelsäule.

740. Sämmtliche postoralen Bogen können Kiemen tragen, bei den einen Wirbelthieren zeitlebens, bei den andern zu irgend einer Zeit ihrer Entwickelung. Der Mandibular- und der Hyoidbogen sind in Hinsicht auf verschiedene Functionen hoch specialisirt und auch die letzten Kiemenbogen können erhebliche Umgestaltungen aufweisen. Zunächst wollen wir eine einfache Grundform der Reihe ins Auge fassen, z. B. die Durchschnittsgestalt der Kiemenbogen bei den meisten Fischen. Zu beiden Seiten des Schlundes tritt in jeder Visceralfalte ein continuirlicher Knorpelstab auf, der sich, frei vom Schädel und den Wirbeln, im Schlunddach mehr oder weniger nach hinten krümmt und unten nach vorn und innen verläuft. Die ventralen Enden jedes Bogenpaares werden in der Regel durch Dazwischentreten eines medianen schlusssteinähnlichen Stückes, eines Basibranchiale, mit einander verbunden, das sehr wohl mit den unpaarigen Elementen des Brustbeins zu vergleichen ist. Durch einen einfachen Abgliederungsprocess erlangen diese Kiemenbogen ihre volle Ausbildung. Es entstehen vier Gliedstücke und eine mehr oder weniger vollkommene Gelenkverbindung gewährt den einzelnen Theilen eine gewisse Beweglichkeit. Das oberste und das unterste Gliedstück zeigen meistens eine ziemlich horizontale Lage; die beiden andern sind vornehmlich wichtig und liegen der Hauptsache nach in den Seiten. Die Zahl dieser Kiemenbogen schwankt bei den Fischen zwischen fünf und sieben, stets aber ist der hinterste derselben etwas umgestaltet, indem er sich fest mit dem vor ihm liegenden verbindet und eines oder mehrerer Gliedstücke entbehrt. Die Basibranchialia befestigen sich längs der ventralen Medianlinie an einander.

741. Der Hyoidbogen trennt sich bei den Fischen durch Abgliederung in dieselbe Anzahl von Stücken wie die Kiemenbogen und

auch ein Basihyale ist vorhanden; der Mandibularbogen aber gliedert sich auf jeder Seite nur in zwei Hauptstücke, einen Suspensorium- und einen Meckel'schen Abschnitt. Der Suspensoriumknorpel besitzt bei allen oviparen Wirbelthieren eine nach vorn ragende Verlängerung, welche in den Maxillopalatinfortsatz der Wangengegend eindringt und so gross werden kann, dass sie die ganze obere Kinnlade bildet und in keinerlei feste Verbindung mit andern Theilen tritt (Haifische); oder aber sie vereinigt sich mit einem rückwärts gerichteten Antorbital- oder Gaumenauswuchs und stellt so die grosse Palatoquadratspange dar (Frosch, Lachs). In diesem Falle haben wir also eine Verschmelzung von offenbar verschiedenartigen Theilen. Der Meckel'sche Knorpel erfährt keine Abgliederung und bildet auch kein Basalstück. In einigen Fällen verwachsen die Knorpel der rechten und linken Seite in der Symphyse mit einander. Das Gelenk zwischen dem Unterkiefer und dem Suspensorium scheint hinsichtlich seiner Lage demjenigen zwischen den Epi- und Ceratobranchialia der hinteren Bogen zu entsprechen.

742. Die Beziehungen des oberen Endes des Mandibularbogens zum Schädel und die Modalitäten der Aufhängung des Unterkiefers bieten der Betrachtung manchen interessanten Punkt dar. Bei gewissen Formen ist der Mandibularbogen unmittelbar und sehr fest am Boden oder der Wandung des Schädels oder an der Ohrkapsel befestigt und diesen Verhältnissen entsprechend besteht eine vollständige Trennung zwischen dem Hyoid- und dem Mandibularbogen; oder aber der erstere ist so an dem letzteren angeheftet, dass er einen ganz wesentlichen Antheil an der Aufhängung des Unterkiefers gewinnt. Wenn das Mandibularsuspensorium den Unterkiefer ausschliesslich oder hauptsächlich trägt, so kann man von einem autostylischen[1] Schädel sprechen; theilt er sich zu einem guten Theil mit dem Hyoidbogen in diese Aufgabe, so wird die Bezeichnung amphistylisch angewendet. In gewissen Fällen aber behält der Mandibularbogen seine primäre Beziehung zum Schädel gar nicht mehr bei, sondern entfernt sich von demselben und bleibt nicht einmal direct mit ihm verbunden; dagegen erlangt er eine starke Befestigung am obern Abschnitt des Hyoidbogens, welcher dadurch zum hauptsächlichen Träger des Unterkiefers wird; dies ist also ein hyostylischer Schädel.

[1] S. Huxley, *Ceratodus*, loc. cit.

743. Das ursprüngliche Lageverhältniss des Mandibularbogens zum Schädel ist Anlagerung an dessen Seitenwand und Basis. Beim Axolotl erscheint er Anfangs weit vorn an der Trabecula befestigt, wird aber bald an seine gewöhnliche Stelle verlagert, nämlich unmittelbar vor die Ohrkapsel und nahe der primären hinteren Spitze der Trabecula. Bei einigen Formen bringt ein aufsteigender Fortsatz den Bogen in Beziehung mit der Seitenwand des Schädels (verschiedene Urodelen) und sowohl jener als dieser Abschnitt kann mit dem Schädelknorpel verwachsen. Als Resultat einer Umformung oder auch bei höheren Typen als primäres Verhältniss kann der Mandibularbogen in Zusammenhang mit der Knorpelkapsel des Ohres gelangen, eine Gelenkfläche zur Articulation mit derselben entwickeln (Frosch) oder damit verwachsen. Eine nach hinten gerichtete Fortsetzung der oberen Hälfte des Bogens (der Ohrfortsatz) legt sich an die Seite der Kapsel an oder verschmilzt mit ihr. Ferner aber löst sich bei manchen Anuren eine hintere oberflächliche Lage vom Suspensorium ab und passt sich als Annulus tympanicus dem Trommelfell an.

744. Die Aufhängung des Unterkiefers bei hyostylischen Schädeln kommt durch eine mehr oder weniger weitgehende Umänderung der ursprünglichen Form des Hyoidbogens zu Stande. Der obere Abschnitt des Bogens entsteht entweder selbständig oder gliedert sich vom übrigen Bogen ab, und indem sein unteres Ende sich vorwärts drängt, heftet er sich fest am unteren Ende des Suspensoriums und am Unterkiefer an. Im primitiven Zustand (Haifisch) articulirt das obere Ende dieses Hyomandibularstückes sowohl mit der Basis cranii als unterhalb des pterotischen Wulstes mit der Ohrkapsel.

745. Die Abgliederung des Hyoidbogens, um dieses Hyomandibulare zu bilden, kann entweder quer oder schief durchschneiden, in einer Lage vergleichbar derjenigen des Gelenkes zwischen den Epi- und Ceratobranchialia, oder sie kann longitudinal (senkrecht) verlaufen (Lachs), also beinah die ganze Länge des Bogens ergreifen, wo dann das vordere Stück (das Hyomandibulare) zum oberen, das hintere zum unteren wird. Bei amphi- und autostylischen Schädeln kann das Hyomandibularstück verhältnissmässig klein sein oder sogar ganz fehlen.

746. Bei vielen Anuren und Sauropsiden gewinnt es den Anschein, als ob der Hyoidbogen, wenn er verknorpelt, nur die untere Hälfte eines Bogens darstellte. Es tritt aber, manchmal in einem

frühen, manchmal auch in einem vergleichsweise späten Stadium der Metamorphose, zunächst der Ohrkapsel und hinter dem Mandibularsuspensorium eine Reihe von Gebilden auf, welche genau dieselbe Lage besitzen wie das Hyomandibulare und namentlich auch dieselben Beziehungen zum Nerven und zur Visceralspalte aufweisen. Sie wurden früher nicht als Theile des Hyoidbogens erkannt, weil sie nicht in Zusammenhang oder gleichzeitig mit dessen unteren Gliedstücken entstehen oder weil sie beim ausgewachsenen Thier des Zusammenhangs entbehren und sogar ganz verschiedene Richtung haben können. Diese Gebilde stellen die Columella auris dar und treten stets in Verbindung oder verwachsen oft auch mit dem Stapes, welcher zur Ohrkapsel gehört. In diesem oberen Hyoidabschnitt können ein oder mehrere Gliedstücke auftreten und sein äusseres Ende steht in der Regel in Beziehung zum Trommelfell, welches er tragen hilft.

747. Während bei den Säugethieren der primitive Zustand vollständiger zur Ausprägung kommt, nimmt die Metamorphose in einigen Hinsichten einen viel ausserordentlicheren Verlauf. Sowohl der Mandibular- als der Hyoidbogen erscheinen anfänglich in ganzer Länge und voller Entwickelung und ihre oberen Enden treten in Beziehung zu einander und zur Paukenhöhle. Der Mandibularbogen erfährt niemals irgendwelche Abgliederung, aber sein Meckel'scher Abschnitt nimmt nicht Theil an der Bildung des später functionirenden Unterkiefers. Sein oberer Abschnitt bleibt klein und gestaltet sich speciell für Zwecke des Gehörsinnes um; er liegt ganz in der Paukenhöhle und stützt mit einem seiner Fortsätze das Trommelfell. Der obere Abschnitt des Hyoidbogens krümmt sich nach innen, um sich am Stapes zu befestigen, worauf sich dieser Haken, mit seinem Ellbogen der Spitze des Mandibularbogens angelagert, abgliedert und zum Ambos wird; der Haupttheil des Bogens wird nach hinten verschoben und verwächst mit der Ohrkapsel. Die Fortsätze des Ambos entsprechen genau den Fortsätzen der Columella beim Frosch.

748. Von einer Rückbildung im Knorpelcranium einzelner besonderer Formen kann kaum die Rede sein, ausser bei den Urodelen, wo ein Theil des axialen Basicranialknorpels resorbirt wird. Je weiter wir aber von den kiemenathmenden Classen zu höheren Typen aufsteigen, desto mehr vermindert sich der verhältnissmässige Antheil an Knorpel, der in der Umhüllung der Schädelhöhle auftritt.

749. Vom Mandibularbogen kann gleichfalls kaum behauptet werden, dass er einer wirklichen Rückbildung unterliege: er hört eben in einer je nach der betreffenden Form verschiedenen Entwicklungsperiode zu wachsen auf und auf jeder höheren Organisationsstufe wird er zu einem weniger wichtigen Factor bei der Bildung des Unterkiefers. Der Hyoid- und die Kiemenbogen jedoch können als in rückschreitender Entwicklung begriffen aufgefasst werden, aber die Veränderung steht in Beziehung zu neuen functionellen Anpassungen. Diese Erscheinungen kommen insbesondere bei den caducibranchiaten Amphibien vor. Der Hauptheil (untere Abschnitt) des Hyoidbogens, der bisher kurz und massiv und dem Suspensorium angeheftet war, wird nun lang und schlank und befestigt sich an der Ohrkapsel; bei einigen wird er vollständig resorbirt. Beim Frosch sind die Kiemenbogen ursprünglich ganz von einander getrennt, vereinigen sich aber nachträglich durch obere wie untere quere Verbindungsspangen zu einer Art Flechtwerk, und dann wird, während die wasserathmende Thätigkeit allmählich aufhört, das ganze Kiemenbogengerüst fast vollkommen resorbirt, so dass nur kleine Rudimente übrig bleiben, die zum Larynx in Beziehung treten und sich mit einer breiten, einem Brustbein sehr ähnlichen Basihyobranchialplatte vereinigen. In andern Fällen gelangen die Kiemenbogen bei ihrer Metamorphose in mannichfaltig verschiedener Weise unter einander in Verbindung und die Überreste zeigen sehr abweichende Formen. Häufig auch erweist sich, was dem Anschein nach ein Umformungsprocess war, einfach als Stillstand des Wachsthums verbunden mit Hängenbleiben an einem basalen Befestigungspunkt.

750. Bei den abranchiaten Formen kann der Hyoidbogen in seiner frühesten Gestalt stark verlängert sein und schlank bleiben, wobei zwischen dem Basihyalabschnitt und der Ohrkapsel continuirlicher Knorpel sich ausdehnt, oder aber ein Theil des Bogens wird einfach ligamentös und nur am proximalen und distalen Ende bleibt Knorpel übrig. Von Kiemenknorpeln findet sich nur ein Paar, das aber sehr früh zu wachsen aufhört, jedoch verschwinden sie meistens nicht ganz, sondern lagern sich dem Kehlkopf an und stützen denselben: ein Verhältniss zur Ausmündung des Respirationsapparates bei den Luftathmern, das demjenigen der Kiemenbogen zu den Athemöffnungen bei den Wasserathmern entspricht. Beim Frosch und den Säugethieren umfassen paarige Kiemenbogenrudimente theilweise den Kehlkopf. Bei

den Vögeln ist es das hintere Ende des Basibranchialstückes, das sich dem Kehlkopf anlegt, und dasselbe Element hat sich auch bei den Urodelen in dieser Weise angepasst, aber es ist vollständig von den übrigen Theilen abgegliedert. Bei den Eidechsen findet sich keine Anlagerung der Kiemenbogen an den Kehlkopf, dafür aber besteht ein ansehnlicher erster Kiemenbogen. Die Spechte besitzen kein Basibranchiale, dagegen hat sich ein ganz ausserordentlich langer erster Kiemenbogen vollständig, bei den übrigen Vögeln theilweise, rings um den Kopf herum ausgedehnt, so dass er noch auf das Nasendach zu liegen kommt.

Die Kopfnerven.

751. Das Verhältniss der Hirnkapsel zu den Austrittstellen der Kopfnerven ist von grosser Wichtigkeit für das Verständniss des Schädels. Die Lagen dieser Nerven dienen sicherlich als feste Grenzmarken, ihre eigentliche Bedeutung kann jedoch gegenwärtig noch nicht mit Bestimmtheit angegeben werden. Stets lässt sich eine gewisse Regelmässigkeit in ihrer Anordnung beobachten, aber die Entfernungen zwischen den einzelnen Nervenlöchern wechseln ausserordentlich und zwei dieser Nerven (der Trigeminus und der Vagus) durchbohren oft die Schädelkapsel mit zwei oder mehreren Ästen. Die Reihenfolge, in welcher die Nerven von vorn nach hinten nach einander austreten, ist diese: Olfactorius, Opticus, Oculomotorius (mehrere Ästchen), Trigeminus, Facialis, Auditorius, Glossopharyngeus, Vagus, Hypoglossus. Diese Nerven sind sicherlich nicht alle von gleichem morphologischem Werth. Inwiefern sie, mit specieller Rücksicht auf Segmente des Körpers, den gewöhnlichen Nerven, z. B. des Rumpfabschnittes entsprechen, ist noch nicht festgestellt[2]. In Folge dessen würden denn auch Folgerungen daraus über die Zusammensetzung des Craniums voreilig sein. Diejenigen, welche der Ansicht sind, der Riech- und der Sehnerv seien so besonderer Art, dass sie ganz ausserhalb des Zusammenhangs mit der gewöhnlichen segmentalen Anordnung der Nerven stünden, sind dann jedenfalls auch nicht berechtigt, auf Grund der Lageverhältnisse dieser Löcher irgendwelche dogmatische Sätze

[2] Vergl. hiezu Mr. Balfour's treffliche Erörterung dieser Frage in seiner Abhandlung „Development of Elasmobranch Fishes", Journ. Anat. Vol. XI, Part 3, April 1877, und ferner Mr. Marshall's werthvolle Arbeit über die Kopfnerven des Hühnchens in derselben Zeitschrift.

hinsichtlich der Schädelsegmente und ihrer Homologie mit Wirbelsegmenten aufzustellen. Wir glauben, es werde sich schliesslich nachweisen lassen, dass diese Nerven eine bestimmte Beziehung zu primordialen Segmenten und ihren Nerven haben.

752. Die Stellen, an welchen die Kopfnerven heraustreten, lassen sich im Allgemeinen bezeichnen als in der seitlichen Region der Basis cranii oder im untern Abschnitt der Seitenwand desselben gelegen. Niemals findet der Austritt in der Mittellinie statt; die grösste Annäherung daran kommt bei den Riechnerven vor. Diese verlassen das Primordialcranium meistens durch eine grosse Fenestra in der hintern Hälfte der Nasenwände, wobei die Nervenfasern nicht dicht zusammengedrängt, sondern mehr oder weniger weit von einander in der Fenestra vertheilt sind. Diese liegt am Vorderende des Craniums oder in der Nähe desselben.

753. Die Sehnerven treten in die hintere oder mittlere Region der Augenhöhlen durch eine Öffnung ein, die häufig grösser ist als der Nerv selbst. Die Bewegungsnerven des Auges können die Höhle erreichen durch besondere kleine Löcher hinter dem Foramen opticum oder zusammen mit dem vordern Aste des Trigeminus. Der letztere liegt stets in der Nähe der Vereinigung der Schädelwand mit der Ohrkapsel. Mehrere Zweige gehen davon ab, welche vor ihrem Austritt selbständig werden. Dieselben können die Hirnkapsel durch eine einzige gemeinsame oder durch drei getrennte Öffnungen verlassen, welche den drei Hauptabtheilungen des Nerven entsprechen. Der Facialis erscheint mehr oder weniger innig mit dem Auditorius verbunden und bei höheren Formen können beide Nerven eine gemeinsame Austrittsöffnung haben. Bei vielen Anuren tritt der Facialis auch vor der Ohrkapsel durch dasselbe Loch aus wie der Trigeminus. Bei anderen Formen bohrt er sich in den Vorderabschnitt der Ohrkapsel ein und beschreibt einen gewundenen Verlauf innerhalb ihres vordern und untern Theiles. Bei Haifischen und beim Axolotl liegt das Foramen des Facialis in der Verbindungslinie zwischen dem eigentlichen Basilarknorpel und der Ohrkapsel. Der Gehörnerv tritt unmittelbar in seine Kapsel ein. Die Öffnungen für den Glossopharyngeus und den Vagus findet man stets in der Vereinigungslinie zwischen Hinterhaupts- und Ohrknorpel und zwar etwas mehr gegen die Basis oder gegen die Seitenwand hin je nach der Lage der Vereinigungslinie. Sie können austreten durch ein gemeinschaftliches Foramen oder durch zwei nicht

weit von einander entfernte Löcher, oder endlich es kann der Vagus, in eine ganze Anzahl von Fädchen aufgelöst, für jeden derselben eine besondere Öffnung aufweisen, wie bei den Notidaniden. Der Glossopharyngeus erscheint häufig gleichsam in den Ohrknorpel eingeschlossen, der Vagus dagegen nie. Der Hypoglossus (wo er überhaupt vorhanden ist) kommt weiter innen hervor als diese Nerven, dicht vor oder nahe dem Condylus.

754. Der grösste Theil der vor und über dem Munde gelegenen Partien wird durch Zweige des Trigeminus versorgt. Der vordere Hauptast (Ramus ophthalmicus oder orbitonasalis) findet seine Verbreitung allgemein in einem grossen Theil dieses Gebiets, insbesondere aber in der Umgebung der Augen- und Nasenhöhlen und in denselben. Bei den Vögeln erhält sein Nasalast eine specielle Beziehung zum Praenasalknorpel und hier sowohl wie bei den Säugethieren kann er sogar das vordere faciale Gewebe durchbohren und auf dem äussersten Vorderende des Gesichts zu Tage treten. Mehrere Andeutungen weisen darauf hin, dass dieser Nerv einen Dorsalast repräsentirt, dessen Vertheilung sich weit nach vorn ausgedehnt hat[3]. Jedenfalls ist die gleichen Schritt haltende Ausbreitung des Orbitonasalnerven und der Trabeculargebilde sehr beachtenswerth, welches auch die Erklärung dieser Thatsache sein mag.

755. Von den Bewegungsnerven des Auges (Gruppe des Oculomotorius) lässt sich soviel sagen: sie versorgen eine Reihe von Muskeln, welche sich, wenigstens bei den niederen Formen (bis hinauf zum Frosch), aus dem ersten Muskelsegment des Körpers entwickeln, das ursprünglich zu beiden Seiten des vordersten Chordaabschnittes auftritt und beim Lachs dauernd seinen Ursprung aus dem basicranialen Canal nimmt. Die Oculomotoriusnerven kann man mehr oder weniger deutlich in eine vordere und eine hintere Abtheilung trennen.

756. Der Orbitonasalnerv verläuft in seinem in der Augenhöhle gelegenen Abschnitt längs der Seitenwand des Schädels; häufig steigt er unter dem Supraorbitalwulst hoch empor. In jedem Falle, wo ein aufsteigender Fortsatz des Mandibularsuspensoriums zur Entwicklung gekommen ist, hat sich dieser über den Orbitonasalast bei seiner Abzweigung vom übrigen Stamm des Trigeminus hin gelegt. Die beiden

[3] Mr. Balfour hat diese Ansicht in seiner oben citirten Arbeit vorzüglich dargelegt.

andern Äste des Trigeminus sind der R. maxillaris superior und inferior. Sie divergiren an autostylischen Schädeln in den meisten Fällen fast direct nach aussen und verlaufen über das Suspensorium hinweg. Die Vertheilung des Maxillaris superior entspricht ziemlich genau der Ausdehnung des Maxillopalatinfortsatzes, diejenige des Maxillaris inferior dem Unterkiefer.

757. Der Facialis entsendet beinah in allen Fällen bald nach seinem Austritt aus dem Schädel einen ansehnlichen Ast nach vorn, ausserhalb des Orbitonasalis und auf etwas tieferem Niveau als dieser. Es ist dies der Nervus palatinus oder vidianus, welcher gleich dem letztgenannten praeorale Theile versorgt, sich jedoch in morphologischem Sinne nicht so weit nach vorn erstreckt: er hat mit der Praenasalregion nichts zu thun. Im weiteren theilt sich der Stamm des Facialis früher oder später in zwei Äste, von denen der eine (bei den Säugethieren als Chorda tympani bekannt) sich vorwärts wendet und mehr oder weniger innig mit dem Maxillaris inferior verschmilzt. Diese Gabelung des Facialis findet stets oberhalb der ersten Visceralspalte statt und zeigt oft eine unmittelbare Beziehung dazu. Demgemäss liegt die Theilungsstelle auch immer in der Ohrkapsel oder in nächster Umgebung derselben. Der Verlauf des Facialis im periotischen Knorpel ist dadurch bemerkenswerth, dass seine grosse Concavität nach hinten sieht, welcher sich eine andere entsprechende, nach vorn sehende Concavität gegenüberstellen kann, die man häufig am Verlaufe des Glossopharyngeus beobachtet. Der hintere Ast des Facialis steht in primärer Beziehung zum Vorderrande des Hyoidbogens. Die Vertheilung des Facialis ist sehr complicirt und bei den höheren Thieren noch wenig aufgeklärt; er verbreitet sich über einen grossen Theil des Gesichts und ist als Bewegungsnerv desselben natürlich abhängig von der Entwickelung des Gesichtsausdruckes.

758. Der Glossopharyngeus ist nicht so stark in die Ohrkapsel hineinbezogen wie der Facialis, kann aber doch durch Zweige sowohl mit dem Facialis als mit dem Vagus verbunden sein. Er versorgt die hintere Hälfte des Hyoid- und die vordere Hälfte des ersten Kiemenbogens mit zwei Ästen, welche durch die zweite Visceralspalte von einander getrennt werden, wo dieselbe überhaupt vorhanden ist. Der Vagus verbreitet sich an den Kiemenbogen, indem sich seine einzelnen Äste (gleich ebenso vielen selbständigen Nerven) oberhalb der Bogen ganz nach Art des Glossopharyngeus gabeln. Ausserdem aber versorgt

der Vagus noch viele Theile am Körper, weshalb hier auf seine volle Bedeutung nicht näher eingegangen werden kann. Bei abranchiaten Formen versorgt er jene Theile, welche sich auf irgend eine Weise als den Kiemenbogen entsprechende Gebilde herausstellen; allein dies stellt nur einen kleinen Bruchtheil des gesammten Verbreitungsbezirkes des Nerven dar. Der Hypoglossus ist der Nerv für mehrere Muskeln hinter sowie vor dem Hyoidbogen.

759. Es verdient hervorgehoben zu werden, wie merkwürdig einzelne dieser Kopfnerven nach vorn verlaufen und über jede einfache segmentale Vertheilung hinauszugehen scheinen. Der Orbitonasalis, der Vidianus, der Glossopharyngeus und der Hypoglossus zeigen alle diese Eigenthümlichkeit, während wir den Vagus selbst bei den einfachsten Formen weit nach hinten sich ausbreiten sehen. Demnach müssen, sofern wir von der Voraussetzung einer allmählichen Entwicklung ausgehen, auch die niedrigsten in diesem Buche berücksichtigten Typen jede irgend denkbare ursprüngliche Anordnung der Segmente und ihrer Nerven weit hinter sich gelassen haben.

Bauplan und Segmentirung des knorpeligen Schädels.

760. Auf diesem Wege sind wir naturgemäss zur Besprechung der Frage geführt worden, welche Vorstellung man sich vom eigentlichen Bau des knorpeligen Schädels bilden kann. Dies bedingt aber nothwendig auch ein näheres Eingehen auf die knorpelige Wirbelsäule, welche mit der Hirnkapsel die Aufgabe theilt, das axiale Nervensystem zu umgeben und zu schützen und Nerven zu ihrer Vertheilung austreten zu lassen.

761. Wir fassen den Schädel nicht auf als ein Gebilde, das aus einer Anzahl mit einander verschmolzener Wirbel zusammengesetzt ist, da sich nirgends irgendwelche Andeutungen eines Verwachsungsvorganges im Embryo gezeigt haben und wir auch kein Zeugniss des früheren Vorkommens einer solchen Umwandlung in vergangenen Zeiten kennen. Ein beträchtlicher Theil jedes Wirbelkörpers entsteht durch Verknorpelung einer röhrenförmigen Gewebspartie rings um die Chorda. Eine ebensolche Verknorpelung findet bei zwei untersuchten Typen deutlich in der Umgebung des Schädelabschnitts der Chorda statt, und dieser Knorpel ist ohne Zweifel dem eben erwähnten Spinalknorpel homolog. Als Erscheinung, welche auf seinen segmentalen Charakter

im Chondrocranium hinweisen könnte, haben wir blos die Einschnürung des Schädeltheils der Chorda an zwei Stellen beim Hühnchen und eine solche Einschnürung bei den Urodelen anzuführen. Niemals aber trifft man die Chorda und den dieselbe umhüllenden Knorpel im vordern Abschnitt des Craniums; demnach, wenn wir nach den gewöhnlichen Regeln der Homologie schliessen wollen, enthalten die praepituitaren Theile Nichts, was mit dem Hauptttheil der Wirbelkörper zu vergleichen wäre.

762. Bei den niederen Wirbelthieren wird das Gehirn von beinah continuirlichem Knorpel umhüllt, mit Ausnahme der Stellen, wo nervöse Theile heraustreten. Die Entstehung dieser Hülle aus zwei paarigen Spangen, den Trabeculae und den Parachordalia, welche einen verschiedenen Entwickelungsgang zeigen, bei einigen Typen nicht einmal gleichzeitig auftreten und in der Basis der vordern und der hintern Schädelgegend liegen, weicht offenbar von Allem ab, was wir aus der Geschichte der Wirbelsäule kennen. Was ist denn also die Bedeutung dieser Spangen? Und sind sie unter sich zu vergleichen?

763. Fasst man Embryonen in dem Stadium ins Auge, wo die mesocephalische Krümmung am stärksten ist, so erhält man den Eindruck, dass die Trabeculae und die Parachordalia nicht in eine und dieselbe Kategorie gehören. Die früh eintretende vordere Verwachsung der Trabeculae bietet einige Ähnlichkeit mit dem Verwachsen der ventralen Enden eines Visceralbogens. Die gebogene Gestalt der Trabeculae bei manchen Formen verleiht ferner der Ansicht einen Anschein von Wahrscheinlichkeit, dass die Trabeculae nach vorn gewendete, das Gehirn stützende Visceralbogen seien; freilich hat dieselbe Thatsache für Andere die Auffassung möglich erscheinen lassen, dass die Trabeculae vielmehr ein Paar nach unten gekehrter Neuralbogen darstellten.

764. Berücksichtigen wir jedoch, dass die Trabeculae gleich den Parachordalia im Mesoblast im Schädelboden entstehen, dass das Auftreten der mesocephalischen Krümmung dies Verhältniss nicht ändert, dass dieselbe vielmehr auf der bedeutenden Vergrösserung des Gehirns in einem frühen Stadium zu beruhen scheint, welche in der Gegend der Krümmung eine Discontinuität der basalen Spangen hervorruft, dass ferner diese Krümmung später sich wieder ausgleicht und die Basalknorpel jederseits zu einem einzigen Stück verwachsen und dann durch Vereinigung der recht- und der linkseitigen Spange ein zusammen-

hängender Boden entsteht; dass die Seitenwände der vorderen Hälfte des Craniums genau auf dieselbe Weise durch Hervorwachsen aus den Trabeculae gebildet werden, wie die Wände hinten aus den Parachordalia hervorgehen; dass Nerven gleichermaassen durch die trabecularen wie durch die Occipitalwandungen austreten, — wenn man mit einem Worte sieht, dass sich die Trabeculae in allen ihren Beziehungen ebenso vollständig und in ganz ähnlicher Weise „neural" verhalten wie die Parachordalia, so scheint es unmöglich, sich dem Schluss zu entziehen, dass die Trabeculae und die Parachordalia einer und derselben Kategorie zugerechnet werden müssen.

765. Wenn wir ferner bedenken, in welcher Weise der Bau einer erweiterten Nervenröhre von demjenigen einer einfach cylindrischen abweichen wird, so ergibt sich, dass die Bildung eines breiten Bodens zwar ein unterscheidendes Merkmal darstellt, aber nur dem Grade nach. Fasst man nun die Trabeculae und Parachordalia so auf, dass sie in zusammenhängender Form die basalen Abschnitte einer Reihe von Knorpeln repräsentiren, welche die neuralen Bogen von Wirbeln darstellen, nur in abgeflachter und verbreiterter Gestalt, so ist damit, wie wir meinen, schon ein gewisser Fortschritt im Verständniss des Schädels gemacht und wir sind dann darauf vorbereitet, die seitlichen Theile des Craniums als zusammenhängende Neuralbogen zu betrachten, welche das Gehirn bedecken, sich in das Dach ausdehnen und in grösserem oder geringerem Umfang mit einander verschmelzen. Und gerade wie bei gewissen Wirbelformen die basalen Theile der Neuralbogen nahezu oder ganz oberhalb des die Chorda umhüllenden Wirbelkörpers zusammenstossen, so vereinigen sich auch in dem chordalosen Abschnitt des Craniums die Basen der neuralen Umhüllung und stellen eine Basalplatte, jedoch ohne eigentlichen Körper darunter dar.

766. Die vollständigste Hirnkapsel dieser Art findet sich bei Formen, welche keine Knochen entwickeln; bei anderen Typen wird das Cranium in der Regel niemals vollkommen in Knorpel vorgebildet; oft ist das Dach sehr unvollständig und selbst die Seitenwände können in erheblicher Ausdehnung fehlen. Die Hinterhauptsregion jedoch bleibt stets mehr oder weniger vollständig, manchmal zeigt sie im Chordaabschnitt basal eine Lücke.

767. Kein bestimmter Beweis für eine Gliederung ist aus der Geschichte des hoch entwickelten Chondrocraniums der Elasmobranchier zu entnehmen, sofern man nicht die getrennte Entstehung der Trabe-

culae und Parachordalia in diesem Sinne auffassen will, womit wir uns nicht einverstanden erklären können. Wie schon erwähnt, ist es auch noch sehr zweifelhaft, welches in Wirklichkeit die Bedeutung der Lage der Nervenaustrittstellen aus dem Schädel in Hinsicht auf die Gliederung desselben ist. So lange aber die Zweifel über die Homologie oder Äquivalenz der Kopfnerven nicht beseitigt sind, dürfte es voreilig erscheinen, eine Theorie des Schädelbaues auf ihre Anordnung zu gründen. Wollten wir uns über jene hinwegsetzen, so würde sich die Anschauung ergeben, dass im einfachsten Schädel mindestens sechs Segmente vertreten sind, ohne dass dabei auf den Vagus mehr als eines gerechnet würde[4].

768. Bei den Elasmobranchiern findet sich ein praecranialer Boden, der in unmittelbarem Zusammenhang mit dem Cranium steht; aber er entbehrt eines Daches und seine Seitenwände vereinigen sich mit den Nasenkapseln. Wohin sollen wir nun das Ende des Craniums und den Anfang dessen verlegen, was nicht mehr Cranium ist? Wir wissen es nicht. Wir sehen in der That keinen logischen Grund dafür, den Knorpel zwischen den Nasensäcken und den Schädelboden eines Rochen in zwei verschiedene Kategorien zu trennen; vielmehr scheinen uns die Aushöhlung des Rostrums bei diesem Schädel und besonders auch sein Zusammenhang damit bei der Entstehung aus der Trabecula darauf hinzuweisen, dass jener nicht vom Schädelboden gesondert betrachtet werden darf. Folglich müssen auch diese Theile ursprünglich eine gewisse Beziehung zu Körpersegmenten besessen haben. Das lange praecraniale Thal, das man bei *Dactylethra* in einem frühen Stadium beobachtet, mag vielleicht einiges Licht auf diese Frage werfen.

769. Es scheint kein Grund vorhanden, zu bezweifeln, dass der Elasmobranchierschädel in mancher Hinsicht den niedrigsten und einfachsten der von uns untersuchten Typen darstellt, und das führt uns dazu, über die frühere Existenz einer noch einfacheren Schädelform

[4] Diese Schätzungsweise ist hier vorläufig angenommen und der Ansicht vorgezogen worden, wonach die ganze Anzahl der Kiemenbogen den Schädelsegmenten zugerechnet wird. Wir sehen nicht recht ein, warum, weil ein Nerv mehrere Segmente versorgt, daraus folgen soll, dass derjenige Schädelabschnitt, mit welchem jener in Beziehung steht, selbst eine zusammengedrängte Verschmelzung mehrerer Segmente darstelle. Der Austritt des Vagus mit mehreren getrennten Zweigen bei *Notidanus* kann auch eine Andeutung davon sein, dass eine den Kiemenbogen entsprechende Reihe von Schädelsegmenten verschwunden ist.

nachzudenken, welche eine grosse Anzahl von Körpersegmenten umfasste und in welcher das Gehirn weniger concentrirt, nur wenig verbreitert, aber in einer langgestreckten Hirnkapsel ausgedehnt war. Jedem Aufsteigen zu einem höheren Typus scheint dann zu entsprechen eine Vergrösserung der Capacität des Craniums verbunden mit einer Concentration des Gehirns, einem Zurückweichen desselben von der Gegend zwischen den Nasenkapseln, was sich bei höheren Formen zu einer bedeutenden Verschmälerung desselben in der Interorbitalgegend oder selbst zu seinem beinah gänzlichen Zurückweichen bis hinter die Augenhöhlen steigert.

770. Demnach betrachten wir das Chondrocranium als ein Gebilde, das bereits eine lange Geschichte hinter sich hat, so dass es wohl unmöglich sein dürfte, genau die Anzahl der Segmente des primitiven Wirbelthierkörpers zu ermitteln und festzustellen, welchen das gegenwärtige Chondrocranium entspricht. Es scheint weit über seinen ursprünglichen einfachen Bau hinaus sich entwickelt und zu einer höheren und complicirten Form erhoben zu haben, die in Hinsicht auf die äusseren Lebensbedingungen mehr vervollkommnet und specialisirt ist und alle Arten der Möglichkeit, der Anpassungsfähigkeit an verschiedenartige Zwecke in sich vereinigt. Wer diese Ansichten mit denen von Professor Huxley über den *Amphioxus* (Proc. Roy. Soc. 1874) vergleicht, der wird sofort ihre grosse Übereinstimmung herausfinden.

771. Bei jenen höheren Typen sodann, wo Knochen auftritt, begegnen wir einer mehr oder weniger selbständigen Entstehung von Orbitosphenoid- und Alisphenoidstücken in der Schädelwand, allein es besteht keinerlei zureichender Grund, jeden dieser Theile für das Homologon eines Neuralbogens zu halten. Wir können uns der Anschauung nicht anschliessen, dass das Cranium ein Gebilde sei, welches sich aus solchen mit einander verschmolzenen Stücken zusammensetze; ihre Selbständigkeit ist vielmehr gleich derjenigen von abgelösten Theilstücken eines continuirlichen Ganzen und sie gehören auch nur dem höheren Typus an, zu welchem sich die Hirnkapsel als Osteocranium erhebt.

772. Die innige Beziehung der drei Sinneskapseln zum Cranium ist bereits ausführlich erörtert worden. Jedes Paar ist nach seinem eigenen Styl in das Cranium hineingebaut, von welchem sie in verschiedener Weise und sehr vollkommen beschützt oder unterstützt werden. Vom Schädelknorpel aus kann jedes Organ, abgesehen von

seinen eigenen Verknorpelungen, einen theilweisen Boden, eine Innenwand und ein Dach erhalten. Steigen wir von den niederen zu den höheren Typen auf, so beobachten wir die eigenthümliche Thatsache, dass jedes dieser Organe sich immer näher gegen die Mittellinie heranzudrängen und dabei die Schädelhöhle oder den Knorpel entweder zusammenzudrücken oder unter dieselbe hinunter zu gelangen scheint. Beim Lachs finden wir noch einen sehr einfachen Zustand des Inter- und Praenasalknorpels, welcher sich zu einer dicken Masse verbreitert, die nicht unmittelbar mit der Internasalregion eines Haifisches zu vergleichen ist. Eine Vereinfachung dieses Verhältnisses tritt bei den Urodelen ein, wo die Innenwände der eigentlichen Nasenkapseln und das mediane Gewebe unter einander verschmelzen. Bei höheren Formen aber greift ein Vorgang Platz, welcher nur so verständlich zu sein scheint, dass man sich die seitlichen Abschnitte der internasalen Platte des Haifisches und die innere Nasenwand erhöht und zu verticalen Wänden umgebildet denkt, die sich an einander legen und verwachsen, um die Nasenscheidewand zu bilden. Bei diesen Typen wird es denn auch immer schwieriger, zu unterscheiden, was Internasal- (Trabecular-) Knorpel ist und was der eigentlichen Kapselwand angehört. Der Boden des Nasensackes wird beim Frosch und bei anderen Formen aus den primären Trabecularhörnern hergestellt und scheint sonach wesentlich vergleichbar zu sein dem Basilarknorpel, welcher bei den Elasmobranchiern und beim Axolotl die Ohrkapsel unterlagert, und der bei der ersteren Gruppe die Augäpfel stützenden Trabecularleiste.

773. Eine Annäherung der Augenhöhlen an die Medianlinie des Kopfes zeigt sich bei vielen Formen, in Verbindung mit der Ausbildung eines Interorbitalseptums; das Gehirn erhebt sich dann entweder über dieselben oder zieht sich stark zurück. Eine Erscheinung derselben Art scheint das Zusammenrücken der Ohrkapseln gegen die Mittellinie bei Vögeln und Säugethieren zu sein, allein hier werden die Organe zum grössten Theil vom Gehirn in der Gegend der stärksten Entfaltung desselben bedeckt.

774. Die Fenestrabildung im Schädelknorpel durch die Sinneskapseln ist gleichfalls schon erwähnt worden: die Kapseln erscheinen in bestimmter Beziehung zu drei Abschnitten des Schädelknorpels und zum mindesten bei einem Theil der Formen wird der Knorpel da resorbirt, wo jene an denselben herantreten. Diese Erscheinung zeigt sich ausgeprägt in der Fensterung des Internasal-, des Interorbital- und

des Orbitosphenoidabschnittes und in dem häufig beträchtlicheren Umfang des Foramen olfactorium und opticum, als der Grösse des dadurch austretenden Nerven entsprechen würde, ferner in der mangelnden Ausbildung des seitlichen Schädelknorpels an der Innenseite der Ohrkapseln bei den Elasmobranchiern und anderen Formen, ein Verhältniss, das bei den höheren Typen nur deshalb weniger deutlich zu beobachten ist, weil der Knorpel des Schädels und der Ohrkapsel von Anfang an in Zusammenhang mit einander stehen.

775. Wir kommen nirgends zu dem Ergebniss, dass die Sinneskapseln irgend einen zuverlässigen Beweis für den Aufbau des Schädels aus Segmenten liefern. Ursprünglich waren sie hinsichtlich ihrer Lage wahrscheinlich an bestimmte Segmente gebunden, aber ihre bedeutende Vergrösserung mag ihnen wohl eine Ausdehnung über ganze Abschnitte verliehen haben, welche aus mehreren primordialen Segmenten hervorgegangen sind. Angesichts unserer Ungewissheit über die allgemeine Zusammensetzung der Hirnkapsel können wir natürlich auch nicht angeben, welchen Segmenten desselben gerade die einzelnen Kapseln angehören; nur die Regionen lassen sich in groben Umrissen abgrenzen.

776. Welchen Werth haben die Visceralbogen für uns als Anhaltspunkte für das Verständniss der Zusammensetzung des Schädels? Der Mandibularbogen steht regelmässig in Beziehung zur Basis cranii unmittelbar vor der Austrittstelle des Trigeminus, der Hyoidbogen zur Basilarplatte, wo dieselbe sich unterhalb der Ohrkapsel nach aussen erstreckt, und in anderen Fällen zum mittleren Abschnitt derselben Kapsel; die Kiemenbogen liegen hinter den genannten und stehen nicht in directer Verbindung mit dem Schädel. Gehören nun alle diese Kiemenbogen zu den Segmenten, welche das Cranium repräsentirt? Sie werden allerdings unzweifelhaft sämmtlich von Nerven versorgt, welche aus dem Schädel kommen; um aber alle Kiemenbogen zu cranialen Segmenten in Beziehung zu bringen, muss man die Voraussetzung machen, dass eine ganze Reihe von Körpersegmenten in ihrem axialen oder neuralen Theil verschwunden oder zusammengedrängt worden seien, und unsere Berechnung der Anzahl der Segmente, welche auf diese Weise verschwunden sind, muss natürlich verschieden ausfallen je nach der Ansicht, welche wir uns hinsichtlich der vollen Zahl von Kiemenbogen gebildet haben. Nehmen wir nur die beiden ersten Kiemenbogen als in specieller Beziehung zum Cranium stehend an (diejenigen

nämlich, welche vom Glossopharyngeus und dem ersten Aste des Vagus versorgt werden), während wir die hinteren Kiemenbogen in Wirklichkeit dem Halstheil der Wirbelsäule zurechnen, so erhalten wir also im Ganzen vier Bogen, welche zu den Seiten des Pituitarkörpers und hinter demselben mit dem Cranium in Verbindung treten[5]. Die Bedeutung dieser Ansicht für die Auffassung des Baues des Osteocraniums wird später erörtert werden.

777. Wir glauben, es lässt sich rechtfertigen, wenn man die Trabecularhörner des Hundshais und des Frosches (die rückläufigen Knorpel des Schweins und des passerinen Vogels) und die Antorbitalplatte oder -Spange als praeorale Repräsentanten von Visceralbogen betrachtet, und die Art und Weise der Abgliederung gewisser Gaumentheile bei den Urodelen, Eidechsen und Vögeln verleiht der Vorstellung einigen Hintergrund, dass sich hier noch ein anderes Segmentalstück nachweisen lasse; allein die bisher gewonnene Ansicht ist noch sehr ungenügend. Wir besitzen keine Gewissheit darüber, dass alle die ins Cranium einbezogenen Körpersegmente mit Bogen oder Vertretern derselben ausgestattet sein müssten. Nach dieser Einsicht jedoch, die sich auf die Bogen oder deren Äquivalente stützt, sind nicht weniger als sieben Segmente in die Bildung des knorpeligen Schädels eingetreten.

778. Die Bedeutung der Labial- und anderer oberflächlicher Knorpel ist noch sehr unklar. Irgend eine bestimmte Beziehung zwischen den Labialknorpeln und den Bogen konnte bisher wenigstens nicht nachgewiesen werden, allein ihr beinah constantes Vorkommen, ihre hervorragende Entwicklung bei den Lampreten und Elasmobranchiern und in den frühesten Stadien des Frosches, sowie die Wichtigkeit der Veränderungen, an denen sie theilnehmen, führen zu der Voraussetzung, dass ihnen wohl irgend eine begreifbare Stellung in Bezug auf den Schädel zukommen müsse. Die „äusseren Kiemenbogen“ (Extrabranchialia) des Hundshais sind jedenfalls oberflächliche Knorpelgebilde, die zu den (inneren) Kiemenbogen in einem bestimmten Verhältniss stehen und den Scapulocoracoidknorpeln homolog zu sein scheinen.

[5] Wir beabsichtigen keineswegs, die entgegengesetzte Ansicht vom Verschwinden oder der Verschmelzung mehrerer Segmente im hinteren Abschnitt des Schädels hier irgendwie in Misscredit zu bringen. Die ganze Frage kann eben noch nicht entschieden werden.

Der knöcherne Schädel.

779. Kalkablagerungen kommen bei den Wirbelthieren in folgenden Theilen vor: Epidermis oder Epithel (Schmelzlage der Zähne, äussere Schicht der Ganoidschuppen); Dermis (Dentinsubstanz der Zähne, Ganoid- und Teleostierschuppen); subcutanes fibröses Gewebe; unmittelbar ausserhalb des Perichondriums eines knorpeligen Abschnitts (Parostose); unmittelbar innerhalb des Perichondriums, in den Knorpel hineinwuchernd (Ektostose); ein wenig unter der Oberfläche des Knorpels (oberflächliche Endostose) und tief im Innern seiner Substanz (eigentliche Endostose, und zwar central oder subcentral). In der Mehrzahl dieser Theile kann die Verkalkung unter einer Form auftreten, welche nicht mit dem Namen Verknöcherung bezeichnet werden darf; aber in allen mit Ausnahme des ersten können auch wahre Knochen aus dem Process hervorgehen.

780. An verschiedenen Embryonen hat man die Beobachtung gemacht, dass die Verkalkung der Zähne eintritt, bevor noch die Knochenplatte, welche diese trägt und eine Anzahl derselben vereinigt, zum Vorschein kommt. Auch die wichtigsten Hautknochen treten vor jeder Verknöcherung von Knorpel auf. Anderseits besitzen viele Formen, deren Ektostosen sehr mangelhaft entwickelt sind oder denen sie ganz fehlen, oberflächliche Verkalkungen des Knorpels und bei anderen greift eine tiefe endosteale Ablagerung vor der Ektostose Platz, die jedoch später entweder resorbirt oder von der letzteren überlagert wird.

781. Jeder der oben erwähnten verkalkten Theile kann sich mit denen in seiner Umgebung so vollständig vereinigen, dass sie nicht mehr von einander zu unterscheiden sind. Häufig sind auch dermosteale und parosteale Theile verschmolzen und in sehr vielen Fällen greifen parosteal angelegte Knochen als Ektostosen auf Knorpel über oder Ektostosen breiten sich in ausserhalb gelegene Abschnitte fibrösen Gewebes aus; ebenso verbinden sich auch Ektostosen mit Endostosen.

782. Diese Thatsachen, in Verbindung mit unsern gegenwärtigen Kenntnissen über fossile Formen, können uns vielleicht den Schlüssel zum Verständniss der Vorgänge geben, durch welche der knöcherne Schädel zu dem geworden ist, was er bei den verschiedenen Typen darstellt. Wir stellen uns primordiale Wirbelthiere vor, welche ein verkalktes Exoskelet und eine knorpelige Hirnkapsel besassen; diese Verkalkungen wurden dann zu wahren Knochen und verknöcherten

fortschreitend immer tiefer gelegene Theile; das Chondrocranium erlangt allmählich seine eigenen Verknöcherungsmittelpunkte; die Parostosen erstrecken sich tiefer nach innen, legen sich den knorpeligen Theilen an und formen sich nach deren Gestalt; in vielen Fällen vereinigen sie sich auch mit den wahren Knochen derselben oder sie bringen den Knorpel schliesslich zur Resorption.

783. Schuppen und Hautknochen stehen bei den Wirbelthieren wahrscheinlich in gewisser Beziehung zur Gliederung des Körpers. Der Knochenpanzer von *Callichthys,* die Schuppenreihe der Seitenlinie, jede mit ihrem Schleimgang, bei den Teleostiern, die Knochenschilder des Störs und der Krokodile sind nur einige von den zahlreichen Thatsachen, welche uns diese Idee nahe legen. Die Hautknochen und Parostosen des Kopfes repräsentiren dieselbe Erscheinung, indem sie hinter einander und in Reihen auftreten, die sich mehr oder weniger deutlich erkennen lassen. Dieses Verhältniss ist in der That nachgewiesen worden für die mit den knorpeligen Theilen des Sternums und des Schultergürtels zusammenhängenden Parostosen[6], und wenn ein Anfänger sich auf die bestmögliche Weise für das Verständniss der schwierigen und verwickelten Beziehungen der Knochen- und Knorpeltheile im Schädel vorzubereiten wünscht, so kann er kaum etwas Besseres thun, als zuerst das einfachere Problem des Sternums und Brustgürtels zu bewältigen.

784. Der Körper von *Callichthys* wird von einer rechts- und einer linksseitigen Reihe lang gestreckter oberer seitlicher und unterer seitlicher (verknöcherter) Dermalplatten eingehüllt. Die oberen seitlichen Platten sind nach unten und vorn, die unteren seitlichen nach unten und hinten gerichtet. Beide Reihen sind einander ziemlich gleich, nur dass die oberen Platten an ihrer Basis vorn durchbohrt und hinten eingeschnitten sind zur Aufnahme von Schleimdrüsen. Wäre dieser Theil von jeder oberen Platte durch eine Naht abgetrennt, so hätten wir eine Reihe, die sich ganz mit den Schleimschuppen der Seitenlinie bei den typischen Teleostiern vergleichen liesse. Dies ist in Wirklichkeit bei dem ersten hinter dem Kopfe folgenden Gürtel der Fall, welcher einen Posttemporalknochen darstellt. Die Gürtel sind übrigens oben und unten nicht geschlossen, sondern es bleibt eine Lücke übrig

[6] „Über den Schultergürtel und das Brustbein" (On the Shoulder-Girdle and Breast Bone). Ray Society, 1866.

für kleine Dermospinalplatten und Flossenstrahlen und für Dermoventralplatten und ventrale Strahlen.

785. In dem oben citirten Werk wurde nachgewiesen, dass bei *Callichthys* die beiden supraoccipitalen Hautknochen, das einfache Parietale, die symmetrischen Frontalia und das einfache Dermo-Ethmoid sämmtlich sei es unpaarige, sei es symmetrische seriale Homologa der oberen drei Viertel der oberen seitlichen Dermalplatten sind, welche den Körper bekleiden. Der untere Theil der ersten Körperplatte (welcher den Schleimgang enthält) löst sich als Supratemporale ab. Rings um das Auge wird diese Reihe doppelt, und wir haben das dermale Postfrontale, Postorbitale und Supraorbitale, das Suborbitale und Lacrymale und endlich das Nasale. Die untere seitliche Platte ist da, wo sie zum Schultergürtel in Beziehung tritt, in drei Stücke zerfallen, ein Supraclaviculare, ein Claviculare und ein Interclaviculare. Das Operculum sodann wiederholt das Supraclaviculare, das Suboperculum (das übrigens bei *Callichthys* fehlt) das Claviculare; der dermale Gürtel des Hyoidbogens wird aber durch die zahlreichen Branchiostegalia (drei bei *Callichthys*) vervollständigt; das Basibranchiostegale ist ein unterer Strahlenknochen und scheint der Interclaviculargegend zu entsprechen. Das Squamosum, mit dem Kiefergerüst zusammenhängend, setzt die Reihe des Supraclaviculare und Operculum fort; Claviculare und Suboperculum werden durch das Interoperculum repräsentirt, die Hautknochen der untern Zungenbein- und Interclaviculargegend haben in den Jugularia und den Deckknochen des Unterkiefers ihre Vertreter. Das Maxillare, Jugale und Quadratojugale, zusammen einem Theil des Squamosums oder dem Ganzen homolog, gehören der unteren seitlichen Reihe im vordern Kopfabschnitt an.

786. Der Verknöcherungen, welche in der knorpeligen Hirnkapsel und deren vorderen Verlängerungen unabhängig von den eigentlichen (äusseren) Kapselknochen auftreten, sind es verhältnissmässig wenige und diese zeigen im Ganzen einen einfachen Charakter, so lange wir es blos mit Knorpel zu thun haben. Die constantesten Ektostosen im Cranium sind die Exoccipitalia, welche zu beiden Seiten des Foramen magnum auftreten, den Vagus und oft auch den Glossopharyngeus und Hypoglossus umschliessen und die Hinterhauptscondylen tragen, wo deren zwei vorhanden sind, oder zur Bildung der beiden seitlichen Abschnitte beitragen, wenn der Condylus einfach ist. In jedem Schädel,

der wirklich verknöchert ist, kommen jedenfalls diese Knochen vor, und wenn sich weder ein Basi- noch ein Supraoccipitale findet, so erstrecken sich die Exoccipitalia weit in den Boden und das Dach des Craniums, sehr ähnlich der Art der Neuralbogen der Wirbel bei verschiedenen Thieren.

787. Nächst dem Exoccipitale ist das Orbitosphenoid der constanteste Knochen dieser Kategorie. Es stellt die Verknöcherung des vorderen Abschnitts der seitlichen Schädelwand dar oder wenigstens des Theiles derselben, welcher Knorpel entwickelt hat, und wird von dem austretenden Sehnerven durchbohrt oder liegt vor demselben. Sehr häufig verschmilzt es während seiner Ausbildung mit einem ähnlichen Stück, das vor ihm, jenseits der eigentlichen Hirnkapsel liegt (dem Ethmoidale), und die seitlichen Verknöcherungen können durch einen medianen Knochen verbunden sein, welcher das complicirt gestaltete Sphenethmoid darstellt. Es verdient erwähnt zu werden, dass das Orbitosphenoid jederseits mit zwei Verknöcherungspunkten entstehen kann. Der einzige Knochen, der ferner mit dem eben genannten zusammengestellt werden kann, ist das Alisphenoid: dasselbe liegt in der seitlichen Schädelwand oder dem Theile derselben, welcher knorpelig ist, zwischen den Austrittstellen des Trigeminus und des Opticus, oder es umfasst den ersteren theilweise oder vollständig. In manchen Fällen entsteht es gleichfalls mit zwei Verknöcherungspunkten auf jeder Seite. Sowohl das Orbito- als das Alisphenoid kann bei höheren Typen mit grossem Gehirn in den seitlichen Theil des Schädelbodens zu liegen kommen.

788. Das Basioccipitale, dem man bei den Amphibien nur selten begegnet, das aber allen höheren Typen zukommt, ist das Resultat einer Verknöcherung, welche ganz wie der Haupttheil eines Wirbelkörpers unmittelbar rings um die Chorda herum auftritt, sich aber zu beiden Seiten in die eigentlichen Parachordalknorpel ausbreitet. Indem es sich beim Hühnchen anfänglich im Umkreis der hinteren Hälfte des cranialen Chordaabschnittes entwickelt, nimmt es später so zu, dass es alle drei Segmente desselben umfasst, nachdem die Chorda sich verhältnissmässig zurückgezogen hat und die hintere basicraniale Fontanelle entstanden ist. Beim Axolotl, wo ein Basioccipitale nicht zur Ausbildung kommt, finden wir eine apicale Verknöcherung rings um das Chordaende (den Cephalostyl), welche später ihre Selbständigkeit an das Parasphenoid dahingibt oder resorbirt wird. Wir ersehen

hieraus, dass das Basioccipitale sehr genau einem Wirbelkörper entspricht; seine Beziehungen zum ganzen cranialen Chordaabschnitt aber lassen es zweifelhaft erscheinen, ob es in der That nur einem und nicht etwa zwei oder drei Wirbelkörpern äquivalent sei.

789. Der nächste Knochen, das Basisphenoid, entspricht bis zu einem gewissen Grade dem Basioccipitale, indem es sich gleichfalls mehr oder weniger innerhalb des Knorpels anlegt, welcher das Resultat der Vereinigung von seitlichen Massen, der Trabeculae ist, wie das Basioccipitale grösstentheils den Parachordalia seine Entstehung verdankt. Das Basisphenoid besitzt aber keinerlei Beziehung zur Chorda oder zu irgend etwas einem Wirbelkörper Ähnlichem. Ein aus Knorpel gebildetes Basisphenoid kommt weniger häufig vor als ein Basioccipitale; in den meisten Fällen entsteht es aus einem Paar von Verknöcherungspunkten am vorderen seitlichen Rande des Pituitarkörpers, welche nachträglich verwachsen. Erst wenn wir bis zu den Vögeln und Säugethieren aufsteigen, finden wir ein aus einem einzigen medianen Centrum hervorgehendes Basisphenoid, allein selbst bei der höchsten Form, beim Menschen, kommt wieder ein Paar von Knochenpunkten vor. Das Basisphenoid kann durch Verknöcherung in den benachbarten membranösen Theilen noch ganz bedeutend an Umfang gewinnen.

790. Ein Rudiment eines vorderen medianen Centrums, des Praesphenoids, findet sich bei den Lacertiliern und bestimmter ausgeprägt bei den Vögeln; dasselbe liegt in der obern Hälfte des Interorbitalseptums, des Repräsentanten der verschmolzenen und seitlich zusammengedrückten Trabeculae. Ein selbständiges Praesphenoid ist bei verschiedenen Säugethieren ausgebildet, ganz besonders deutlich bei den Nagern; in vielen Fällen aber verknöchert diese Gegend durch Einwärtswachsen und Vereinigung der Orbitosphenoidea. Vor diesem Abschnitt gelangt der mediane Knorpel durch ein verticales Mesethmoid zur Verknöcherung, wo eine wirkliche Nasenscheidewand besteht; dasselbe nimmt die hintere Hälfte dieses Abschnittes und den vorderen Theil des Interorbitalseptums ein. Die Siebplatte der Säugethiere ist einfach eine seitliche Verknöcherung, welche mit dem obern Rande der hintern Mesethmoidhälfte zusammenhängt und sich durch die Lücken zwischen den Fasern des Riechnerven hindurch nach aussen ausdehnt, wo dieselben die Schädelhöhle verlassen. Das Mesethmoid hat aber nach vorne hin eine bestimmte Grenze, indem es nicht über die craniofaciale Fenestra hinaus (Vögel) oder bis in die Aliseptalregion, wie sie

früher abgegrenzt wurde, hineingeht; bei verschiedenen Vögeln aber können zwei oder drei Verknöcherungspunkte einen Theil der Vorderhälfte des Septums verknöchern.

791. Andere Formen der Verknöcherung des praecranialen Knorpels treffen wir in der Familie der Schellfische *(Gadoidei)*, wo sich ein vorderes medianes Ethmoid findet, und beim Hecht, wo kleine paarige Verknöcherungen in den Knorpel eindringen. Ausserdem ist eine seitliche Ektostose zu erwähnen, das Ektethmoid (Praefrontale) in der Antorbitalwand, das beim Lachs und dann wieder bei den Säugethieren vorkommt. Beim ausgewachsenen Schwein besteht ein Praenasalknochen im vordersten Knorpelabschnitt des Schädels (im Praenasal- und Alinasalknorpel). Verknöcherungen in den Muschelauswüchsen der Nasenkapseln treten nur bei Vögeln und Säugethieren auf. Dieselben bieten jedoch keine andern Besonderheiten von Bedeutung als die Knorpelgebilde selbst, in denen sie ihren Ursprung nehmen.

792. In der Ohrkapsel treffen wir eine Reihe von Knochen, die sehr bestimmte Verhältnisse zeigen und sehr constant vorkommen. Das Prooticum legt sich um den vordern halbkreisförmigen Canal herum und nimmt den vordern untern Abschnitt der Kapsel in Anspruch; das Epioticum liegt über der Vereinigungsstelle des vordern und des hintern Canals; das Opisthoticum hat eine hintere untere Lage und liefert häufig die hintere Hälfte des Randes der Fenestra ovalis. Dies sind die constantesten Verknöcherungscentren, die zugleich bei Fischen, Amphibien und Reptilien entweder das ganze Leben hindurch oder doch bis zu einer vorgerückten Entwickelungsstufe von einander gesondert bleiben. Bei den Fischen liegt ausserdem ein Pteroticum über dem äusseren Canal, das meistentheils die horizontale Gelenkfläche für das Hyomandibulare trägt; dieses Centrum erscheint beim Axolotl wieder, lässt sich aber bei höheren Typen nicht nachweisen. Vor dem ebengenannten kann noch ein anderes Centrum liegen, das Sphenoticum, welches den vordern äusseren Theil der Kapsel einnimmt; der Knorpel aber, in welchem dasselbe auftritt, ist stets zusammengesetzter Natur, indem er aus der Vereinigung des eigentlichen Schädelknorpels mit demjenigen der Kapsel hervorgeht.

793. Das Ossificationscentrum des Epioticums zeigt eine sehr ausgeprägte Neigung, sich mit dem Supraoccipitale, dasjenige des Opisthoticums, sich mit dem Exoccipitale zu vereinigen, und bei einigen

Formen kommen sogar die periotischen Knochen überhaupt nicht zu selbständiger Entwickelung, sondern das Supraoccipitale und die Exoccipitalia dehnen sich in die Gegend des Epioticums resp. des Opisthoticums aus. Wo ein Supraoccipitale fehlt, kann das Exoccipitale den genannten hintern Theil der Kapsel verknöchern. Bei den Vögeln sind Epioticum und Opisthoticum ganz klein und die benachbarten Knochen wachsen in den Ohrknorpel hinein, um dann jene Centren in sich aufzunehmen. Das Prooticum anderseits zeigt eine viel grössere Unabhängigkeit und Persistenz; es ist in der That der constanteste unter allen periotischen Knochen und wird nie von solchen der Umgebung zur Verkümmerung gebracht. Es kann weit in den Boden der Schädelhöhle hineinwachsen oder sogar, wie bei den Amphibien, einen ansehnlichen Theil des Daches derselben einnehmen; manchmal entwickelt es ausserdem einen Fortsatz, welcher in der Seitenwand des Schädels vor der Ohrkapsel liegt und sich mit einem Alisphenoid vergleichen lässt.

794. Die Knorpelknochen der Anhangsgebilde des Schädels zeigen in ihrer Art eine ebenso merkwürdige Persistenz wie diejenigen des eigentlichen Craniums. Einige Theile aber gerathen verhältnissmässig früh in der aufsteigenden Stufenreihe der Typen unter den Einfluss von Hautverknöcherungen und hören entweder ganz auf, Knorpel zu entwickeln, oder sie entwickeln solchen erst, wenn die verknöchernde Kraft erschöpft ist, oder derselbe kommt zwar beim Embryo zum Vorschein, wird aber nachher unter dem Einfluss der Vergrösserung benachbarter Parostosen resorbirt. Diejenigen Theile, welche als Knorpelknochen persistiren, werden, indem wir in der Reihe nach oben fortschreiten, mit speciellen, besonders wichtigen Functionen betraut, wobei sie in der Regel eine relativ geringere Grösse und eine elegantere Form erlangen.

795. Es scheint, dass das Palatinum des Knochenfisches bei den Amphibien durch das Antorbitale oder Palatinum und beim Vogel theilweise durch das Os uncinatum repräsentirt wird. Es lässt sich aber nicht mit Bestimmtheit sagen, ob das Pterygoid und das Mesopterygoid des Knochenfisches einem besonderen Subocularbogen oder nur dem vorwärts gewachsenen Abschnitt des oberen Mandibularsegments angehören; wahrscheinlich jedoch ist das Letztere der Fall. Hinsichtlich des Metapterygoids und des Quadratums der Fische ist kein Zweifel, dass sie dem oberen Mandibularsegment zuzurechnen sind;

ihrer Lage nach entsprechen sie den Epi- und Pharyngobranchialstücken. In den über den Fischen stehenden Classen entstehen das Palatinum und das Pterygoid in erheblichem Umfange aus Membran, indem der Knorpel entweder ausserdem verknöchert oder in grösserem oder geringerem Grade verkümmert wie bei den Amphibien; oder er kommt erst in einer späteren Periode in verschiedenen Gegenden zum Vorschein, welche dauernd unverknöchert bleiben, wie bei den Vögeln. Ein besonderer Abschnitt des Pterygoidstreifens kann jedoch als Knorpel innerhalb und über der membranösen Anlage des Pterygoids existiren und die Verknöcherung dieses Stückes ergibt das Epipterygoid der Eidechsen und Schildkröten.

796. Bei Reptilien und Vögeln erhält das ganze obere Mandibularsegment nur einen einzigen Knochen, das Quadratum, welches aber im Allgemeinen sowohl dem Quadratum als dem Metapterygoid der niederen Formen entspricht; dasselbe ist jedoch höher specialisirt und wird selbst gleich dem Palatinum und Pterygoid in zunehmendem Maasse mit dem Schädel verbunden. Der Unterkiefer zeigt in der Regel nur einen Knochenkern, das Articulare, das einem Ceratobranchiale entspricht; beim Frosch und beim Menschen hat man noch einen unteren oder vorderen (mento-meckel'schen) Verknöcherungspunkt beobachtet, welcher allem Anschein nach ein Hypobranchiale vertritt. Der ganze Meckel'sche Knorpel aber unterliegt niemals verhältnissmässig einer so ausgedehnten Verknöcherung wie die Kiemenbogenknorpel. Beim Aufsteigen in der Stufenleiter findet man das Articulare sehr persistent; bei den Vögeln aber wird es klein (am grössten ist es noch bei den *Struthionidae*) und erhält es eine specialisirte Form. Bei den Säugethieren kommt ein Articulare gar nicht zur Ausbildung und der Repräsentant des Quadratums (der Hammer) ist sehr klein, ausserordentlich specialisirt und unmittelbar in den Aufbau des Schädels hineinbezogen.

797. Das obere Segment des Hyoidbogens verknöchert bei den Knochenfischen von zwei Punkten aus, dem Hyomandibulare und dem Symplecticum. Wo es bei höheren Formen vorkommt, da ist es von Anfang an für den Dienst des Gehörorgans angepasst und bei manchen geht seine Verknöcherung auch noch von zwei Centren aus, welche den grösseren Knochengebilden der Fische entsprechen. Natürlich darf jener Theil, welcher die eigentliche Steigbügelplatte verknöchert und welcher der Ohrkapsel angehört, nicht etwa als Repräsentant irgend

eines Abschnittes des Hyoidbogens angesehen werden; aber häufig lässt sich zwischen den Stapedial- und den Hyoidcentren nirgends eine Grenze unterscheiden. In der Classe der Säugethiere jedoch tritt der Steigbügel ganz selbständig auf. In den meisten Formen der Columella findet sich nur ein Knochen, der sich als ein specialisirtes Hyomandibulare auffassen lässt. Der Ambos ist sein Vertreter bei den Säugethieren, in sehr eigenthümlich abgeänderter Form zwar, obgleich sich seine einzelnen Theile ganz dem bei den niederen Gruppen bereits angedeuteten Typus entsprechend ausgestaltet haben. Die beiden Hauptverknöcherungen am untern Abschnitt des Hyoidbogens des Lachses, das Ceratohyale und das Epiceratohyale, müssen zusammen den Ceratobranchialia als gleichwerthig gegenübergestellt werden. Das Hypohyale vertritt natürlicherweise die Hypobranchialia und das Basihyale ist den Basibranchialia homolog.

798. Das Homologon jeder Verknöcherung, die man bei den Säugethieren zwischen dem Ambos und dem vorderen Zungenbeinhorn antreffen mag, muss in dem Cerato- und Epiceratohyale des Lachses gesucht werden. Das vordere Horn selbst ist dem Hypohyale homolog. Die verknöcherten Stücke der Kiemenbogen, welche bei den Urodelen und anderen Typen übrig bleiben, sind meistentheils als Ceratobranchialia zu betrachten; bei vielen Vögeln und den Molchen finden sich jederseits zwei Segmente, die man als Cerato- und Epibranchialia bezeichnen mag; es liegt jedoch kein Grund vor, irgendwelche genaue Homologie zwischen ihnen und den Kiemenbogenknochen der Fische aufzustellen.

799. So erkennen wir denn in den Kiemenbogen der Fische mit ihren vier Verknöcherungen die einem einfachen Typus angepasste vollste Entfaltung der seitlichen Spangen des Schlundes; dieselben zeigen aber stets eine hauptsächliche Abgliederungsstelle zwischen Epi- und Ceratobranchialia, die ungefähr der Trennung der Rippen in sternale und vertebrale Abschnitte zu vergleichen ist. Wie sehr auch die vorderen Bogen abgeändert und specialisirt sein mögen, so stimmen sie doch mit den hinteren darin überein, dass sie gleichfalls von dieser Gliederung in einen obern-seitlichen und einen untern-seitlichen Theil beherrscht erscheinen. Beinah in allen Fällen zeigen der Mandibular- und der Hyoidbogen eine Scheidung in diese beiden Regionen und selbst bei den Säugethieren kommt dies Verhältniss wenigstens noch durch die Verknöcherung des proximalen und die Nichtverknöcherung und den schliesslichen Schwund des distalen Stückes zum Ausdruck. Im

Hyoidbogen der Anuren entwickeln sich diese Theile mehr und mehr unabhängig von einander, je mehr sie sich der eine den Zwecken des Gehörsinns, der andere denen der Zunge anpassen; nachdem sie aber ihre definitive Gestalt erlangt haben, wachsen sie einander entgegen und wiederholen ihre primären Verhältnisse bei den Fischen, während beim Säugethier derselbe Ausbildungsprocess seine höchste Stufe erreicht, trotzdem dass der ganze Hyoidbogen im Anfang in continuirlicher Form auftritt.

800. Es bietet ein hohes Interesse, den Übergang von Schuppen und Hautknochen von ihrer ursprünglichen äusseren und oberflächlichen Lage bis zu ihrer schliesslichen innigen Verbindung mit den primitiven endoskeletalen Gebilden des Schädels im Einzelnen zu verfolgen. Die äusserst zahlreichen oberflächlichen Knochen nehmen an Menge ab, indem einige so zu sagen für besondere Anpassungen ausgewählt werden, während die andern in Wegfall kommen, und dieser Vorgang greift mehr und mehr um sich, je tiefer man die Knochen hereingerückt und je mehr man sie nach der Gestalt der knorpeligen Theile umgemodelt findet. Ein vermittelnder Zustand tritt uns beim Stör entgegen, wo noch eine grosse Zahl kleiner Verknöcherungen fortbesteht, daneben aber mehrere grosse vorhanden sind, welche die besonderen Hautknochen anderer Formen vertreten. Man hat diesen Knochen zur Bezeichnung ihrer Lagen die Namen Parietale, Frontale etc. beigelegt; dieselben sind aber beim Stör nicht blos Repräsentanten von Schuppen, welche den einzelnen Segmenten des Kopfes angehörten, sondern sie haben sich gleich den den übrigen Körper bedeckenden Knochenschildern über ihre ursprünglichen morphologischen Territorien hinaus vergrössert. Auch wenn sie ursprünglich segmentale Verknöcherungen wären, so liesse sich doch weder genau das Segment angeben, zu welchem jede einzelne gehört, noch wäre es thunlich, von ihnen die eigentliche Zusammensetzung des Schädels abzuleiten.

801. Während sowohl bei denjenigen Ganoiden, welche den Teleostiern in ihren oberflächlichen Verknöcherungen gleichen, als auch bei den Teleostiern selbst eine Anzahl nicht weiter specialisirter Hautknochen fortbesteht (im Orbitalring z. B.), finden wir anderseits eine fortschreitende Anpassung bei gewissen Hautknochen, welche sich dann mehr oder weniger deutlich in der ganzen höheren Wirbelthierreihe erkennen lassen. Dieselben umschliessen aber oft Verknöcherungen sehr oberflächlicher Schichten und sind nur lose mit den knorpeligen

Theilen verbunden, welche unabhängig von ihnen ihre Vollständigkeit erlangen. Die Parietalia, Frontalia, Nasalia und Squamosa (= Praeoperculum + Supratemporale) sind die Knochen, welche am constantesten und selbständigsten werden, und wenn wir hiezu noch die Ektethmoidea (Praefrontalia) und Lacrymalia (letztere vom Orbitalring aus sich specialisirend) fügen, so haben wir sämmtliche wesentlichen Membranelemente an der Oberfläche und den Seiten des Schädels genannt, abgesehen von denen, welche die Kinnladen umkleiden. Diese Knochen lassen sich nicht einzelnen bestimmten Segmenten des Körpers zuweisen, nur ihre Reihenfolge und relativen Lageverhältnisse können angegeben werden. Ein Paar derselben, die Frontalia, die auch oft durch einen einzigen Knochen vertreten werden, erlangen eine bedeutend vorwiegende Entfaltung, jedoch zeigen die Parietalia bei vielen Säugethieren und sogar bei einigen Amphibien einen nahezu gleichen Umfang.

802. Das Hereinwachsen von epiblastischem Gewebe in die Mund- und Nasenhöhlen hinein lässt es keineswegs als überraschend erscheinen, dass man innerhalb derselben Hautknochen antrifft. Diese sind aber wo möglich noch weniger in Anpassung an Segmente specialisirt als die äusseren Knochen. Das Parasphenoid, das niemals paarig beobachtet wird, ausser wo die Basitemporalflügel anfänglich getrennt auftreten, wie bei den Vögeln, ist der basale, der ganzen Schädelhöhle von unten anliegende Knochen; die Vomeres sind ein Paar, das zu den inneren Nasenlöchern in Beziehung steht, und die Praemaxillaria liegen vor den letzteren. Wo die innere und die äussere Fläche auf einander treffen, wird die Richtung des Praemaxillare vom Maxillare, Jugale und oft noch von einem Quadratojugale fortgesetzt. Alle diese Knochen findet man häufig mehr oder weniger als rindenartige Belege dem Knorpel speciell angepasst oder nach seiner Oberflächengestaltung geformt, mag dieselbe dem Cranium, der Nasal- oder Praenasalgegend oder dem Palatopterygoid angehören; dies scheint jedoch nicht der primäre Zustand zu sein, und bei den höheren Formen wieder erscheinen die Knochen in mehr als einem dieser Abschnitte ganz unabhängig von den Knorpelgebilden. Das Spleniale ist der entsprechende innere Knochen am Unterkiefer.

803. Die den Bogen zukommende äussere Reihe von Hautknochen wird nur am Unterkiefer zu bleibenden Deckgebilden, wo das Angulare und das Dentale die beiden wichtigsten Knochen darstellen. An den

übrigen Bogen sind die Knochen weniger genau oder auch gar nicht über den Knorpelkern geformt. Folgendes sind die betreffenden Abschnitte und die zu ihnen gehörigen Hautknochen: obere Mandibulargegend — Praeoperculum und Interoperculum; oberes Hyoidstück — Operculum und Suboperculum; unteres Hyoidstück — Kiemenhautstrahlen; Kiemenbogen — die Reihe der zahnartigen Fortsätze.

804. Wenn wir zu den Amphibien kommen, so erscheinen diese Hautknochen an Zahl bedeutend reducirt und dem Knorpel inniger angelagert, und zu gleicher Zeit tritt eine Verminderung des Schädelknorpels auf, besonders an der Oberseite. Das Squamosum, hier dem Praeoperculum und Supratemporale entsprechend, überkleidet in genauer Nachbildung das Mandibularsuspensorium und die Seite der Ohrkapsel. Die dem Hyoidbogen zugehörigen Hautknochen kommen gar nicht zur Ausbildung.

805. Bei den Reptilien erlangen die Hautknochen eine höhere Vollendung und Specialisirung, verbunden mit verhältnissmässig geringerer Entfaltung des Knorpels; die Reihe der äussern Knochen stellt aber immer noch vorragende, vom eigentlichen Cranium gesonderte Anhangsgebilde vor. Die Frontalia und Parietalia erreichen einen hohen Grad der Vervollkommnung, indem sie sich zu beiden Seiten tief hinuntersenken, die Schädelwände bilden helfen und sogar Lamellen bis unter das Gehirn entsenden.

806. Bei Vögeln und Säugethieren besteht ein viel höherer Zustand: die Hautknochen sind in Zusammenhang mit dem vergrösserten Umfang des Gehirns bedeutend ausgedehnt und ein grösserer Theil derselben ist in die Schädelwandungen hineinbezogen, während andere mit den letzteren innig verwachsen oder mit den Knorpelknochen des Gesichtstheils vereinigt erscheinen. Höchst wichtig ist die Einfügung des Squamosums in die Schädelwand. Das Frontale behält sein altes Übergewicht, während die Parietalia zugleich einen erheblich grösseren Einfluss gewinnen. Nasalia und Maxillaria streben mehr und mehr dahin, den eigentlichen Charakter des Gesichts auszuprägen; das Lacrymale aber ist ein merkwürdigerweise fortbestehendes Überbleibsel der circumorbitalen Knochenreihe. Das Squamosum behauptet seine Beziehungen zum Gesicht, während es sich der Schädelwand einfügt; das Interopercularelement reift zum Tympanicumknochen heran. So erhalten wir schliesslich einen glatt zusammengefügten Schädel, in welchem zwar alle jene wesentlichen Elemente des so verschiedenartig aufgebauten

Lachsschädels Verwendung gefunden haben, welcher aber trotzdem den grösstmöglichen Gegensatz zu dem des Lachses bildet. Nähte und Anchylosen nehmen die Stelle der Anlagerung oder Überdeckung ein; die Hirnkapsel ist verhältnissmässig sehr gross und umschliesst ein fast ebenso grosses Gehirn. Die aus Knorpel hervorgegangenen Theile und diejenigen, welche der Haut ihre Entstehung verdanken, deren Geschichte auf frühere Schuppen und Schilder zurückweist, vereinigen sich harmonisch mit den Elementen, welche zur Reihe der Wirbel oder aber zur Beschützung von Sinneskapseln Beziehungen haben, so dass eine geschlossene Masse zu Stande kommt, die jeder analytischen Betrachtung zu spotten scheint und ganz so aussieht, als ob sie unmittelbar in der Gestalt geschaffen worden wäre, unter welcher sie nun vorliegt, während sie doch das Resultat einer lange fortdauernden Anhäufung morphologischer Veränderungen im Individuum, der Species, der Gruppe, der Classe darstellt.

807. Noch mögen einige Bemerkungen über die Segmentirung des knöchernen Schädels gestattet sein. Erstens wird durch die Verknöcherung in den postoralen Bogen keinerlei Veränderung bewirkt, welche die in § 766 ff. ausgesprochenen Ansichten zu modificiren geeignet wäre. Zweitens kann höchstens von einem knöchernen Segment, demjenigen des Hinterhaupts, behauptet werden, dasselbe trete in den Schädeln von Fischen und Amphibien deutlich erkennbar auf. Bei diesen Formen liegt aber wieder kein sicherer Grund vor, den Schädelknochen besondere Namen beizulegen, welche etwa eine Vergleichung mit den einzelnen Theilen eines Wirbels andeuten sollen. Vom Studium der ausgewachsenen Schädelgebilde bei den verschiedenen Säugethiergruppen hat man jene Schädeltheorien abgeleitet, welche der entwicklungsgeschichtlichen Grundlage ganz entbehren, und zugegeben auch, dass dieselben einen gewissen Betrag an Wahrheit enthalten, was die höchsten Formen des Schädels betrifft, so heisst es doch der Erkenntniss Gewalt anthun, wenn man willkürlich auch die niederen Formen durch sie zu erklären sucht. Bei den Reptilien wird der Schädel zu einem viel vollkommeneren Gebilde, aber mit weitgehenden Modificationen in den verschiedenen Gruppen, so dass es ganz unmöglich erscheint, sie einfach dem Säugethiertypus unterzuordnen und durch diesen zu erläutern. Ein sorgfältiges Studium der Entwickelung im Schädel des Vogels sodann zeigt gleichfalls, dass sich sein Aufbau nicht etwa durch eine einfache, vom Bau eines Wirbels abgeleitete

Formel ausdrücken lässt. Was wir aber, von den niederen zu den höheren Wirbelthierformen emporsteigend, sehr wohl erkennen können, das ist eine beständige Weiterentwickelung vom primordialen Typus des Schädels hinweg gegen und bis zu einer immer höheren Ausbildung hin. In jeder Gruppe kommt das eine oder das andere Merkmal der Erhebung zum Ausdruck, um zu gipfeln einmal in den Vögeln, wo aus der Vereinigung von Elementen von sehr verschiedenartiger primärer Bedeutung ein wohlgestalteter und in sich abgeschlossener Schädel hervorgeht, und anderseits in den Säugethieren, wo eine gewisse Stabilität in der Construction des Schädels, die volle Entfaltung eines höheren Typus erreicht zu sein scheint, welcher auf einen niederen aufgesetzt und unbegrenzter Variation fähig ist. Hier, und nur hier allein, kann man sagen, das Cranium sei in wechselnden Graden der Vervollkommnung in gewissem Sinne aus Segmenten zusammengesetzt, welche einen Abschnitt des Nervenrohres umschliessen. Drei solche Segmente lassen sich unterscheiden, das occipitale, das parietale und das frontale; der Ethmoidal- und der Nasalabschnitt können nicht in die Kategorie der „Segmente" eingeordnet werden. Das Squamosum und die periotischen Knochen vollends sind niemals durch irgend eine einfache Segmenttheorie des Schädels zu erklären.

808. Wenn nun also auch eingeräumt werden mag, dass wir bei den Säugethieren mit einiger Deutlichkeit drei Schädelsegmente unterscheiden können, so folgt doch daraus noch keineswegs, dass dieselben drei „Schädelwirbel" vorstellen. Die Betrachtungen, die wir schon oben bei Erörterung des Knorpelschädels angestellt haben, wiesen darauf hin, welche Schwierigkeiten sich einem in den Weg stellen, wenn man auch nur das Basioccipitale als Äquivalent eines Wirbelkörpers auffassen will, und ergaben zugleich die Gründe für die Ansicht, dass dasselbe vielmehr eine Verknöcherung mehrerer primitiver Körpersegmente repräsentirt. In Folge dessen können wir auch nicht zugeben, dass unsere Untersuchungen irgend welchen Anhalt dafür böten, den Schädel als durch Modification einer Reihe von Wirbeln entstanden darzustellen, und noch viel weniger natürlich für die Ansicht, derselbe sei direct aus einer Anzahl von Schädelwirbeln zusammengesetzt. Dieser kurze und ebene Weg zum Verständniss des Schädels ist in Wirklichkeit weder kurz noch eben, denn er gibt uns nicht einmal die Möglichkeit, alle bisher bekannten Thatsachen in Betreff des fertigen Gebildes unter einer Vorstellung zusammenzugruppiren; er führt zu

Widersprüchen, indem man gewissen Thatsachen besondere Wichtigkeit beilegt oder eine entsprechende Nomenclatur ausbildet, und er gibt keinerlei Andeutung von der Existenz jener Veränderungen während des Wachsthums, die wir näher verfolgt haben, ja er erhebt gar nicht einmal den Anspruch darauf, eine Erklärung derselben geben zu wollen. Die ausgedehnteren und schwierigeren Untersuchungen der Embryologie liefern uns die Schlüssel, welche zu einer Vorstellung vom Aufbau des Schädels führen, wodurch ein wirkliches Erfassen der Thatsachen ermöglicht wird, und zwar in dem Sinne, dass in diesem Process keine Verdrehung der Natur nöthig ist. Die knorpeligen Gebilde werden nicht mehr wie bisher ganz ausser Acht gelassen; die Geschichte des Schädels ist nicht mehr ein Buch mit sieben Siegeln.

809. Was ist die Tragweite dieser Dinge? Welche Stelle haben wir ihnen in unserer Auffassung der Natur anzuweisen?

Wir finden, dass jede Schädelform, die untersucht worden ist, jede Stufe in der Entwickelung ihren Beitrag zu einer Idee liefert, welche, je weiter wir in der richtigen Forschungsmethode fortschreiten, immer einfacher, verständlicher, harmonischer hervortritt. Dem Skelet des Kopfes liegt eine Einheit des Baues zu Grunde, eine fundamentale formale Einheit, die sich überall wahrnehmen lässt, und zugleich eine Anpassungsfähigkeit an die verschiedenartigsten Lebensbedingungen im Wasser, auf dem Lande, in der Luft, welche nicht etwa weniger, sondern nur immer mehr zur Bewunderung herausfordert, je mehr das Wissen langsam und sicher zunimmt. Die Erläuterungen, welche uns die individuellen Formen darbieten, rückweisend auf niedrigere Zustände, vorschauend nach höheren Gruppen, sind uns zugleich eine Gewähr dafür, dass jede einzelne Lebensgeschichte eine Fülle von wichtigen Lehren in sich birgt, dass der Forschung noch ein unermessliches Feld offen steht und dass jeder Arbeiter seinen Antheil am vollen Verständniss der Schöpfung gewinnen kann, den er als sein eigenes Besitzthum in Anspruch nehmen darf.

810. Wer sich solchen Forschungen widmet, der schreitet dabei als Mann von gesundem Verstande und vom richtigen Geiste beseelt nur mit angehaltenem Athem vor und etwas weit Höheres als Neugierde erfüllt ihn, wenn er die so lange verborgen gebliebenen Vorgänge belauscht, durch welche der Keim, so einfach für unser Auge und so ähnlich für alle möglichen Thierformen, ohne Unterbrechung in die

Gestalt eines Wirbelthieres und zum genauen Ebenbild seiner Vorfahren umgewandelt wird. Und Freude erfüllt ihn dabei, nicht allein, weil es ihm vergönnt ist, überhaupt etwas zu entdecken oder zu begreifen, sondern weil der Process, der Plan und die Ausführung des Baues, die er beobachtet, alle so schön sind, so unendlich jedes menschliche Wissen und Können übersteigen. Das kleine Klümpchen Protoplasma und Nährmaterial im Ei oder im Uterus wird durch eine unsichtbare Kraft lautlos, ununterbrochen, ohne Hast in seinem Wachsthum und seiner Differencirung vorwärts getrieben, die uns nicht blos zeigen, wie das Individuum sich aufbaut, sondern die dasselbe ausserdem mit verwandten Geschöpfen in inneren Zusammenhang bringen. Der Embryo ist gleichsam nicht allein um des Individuums willen da: er drückt eine zusammengedrängte Geschichte, eine offenbare Verwandtschaft aus, — er ist auch für diejenigen da, welche die Natur zu erforschen und zu erkennen vermögen.

811. Es drängt sich uns mit Nothwendigkeit die fernere Einsicht auf, dass diese Einheit des Baues, diese Verwandtschaft die ausgestorbenen Geschöpfe ebenso gut wie die heute lebenden umfasst. Und der Forscher sieht sich genöthigt, nach einem noch anderen helleren Lichte zu suchen, als wie es ihm aus der Feststellung der Thatsache aufgeht, dass im Aufbau aller Wirbelthierskelete eine bestimmte Einheit herrscht. Diese bedarf selbst einer Erklärung; wir wünschen zu begreifen, wie es zu dieser Einheit in der Verschiedenheit gekommen ist. Die Morphologie, an der Hand der Geschichte der Embryonalformen studirt, enthüllt uns eine Entwickelung, in welcher der Schädel einen Grad der Structur nach dem andern durchläuft, um sich durch beinah unmerkliche Abstufungen fortzubilden und zu verändern, bis der ausgewachsene Zustand innerhalb einer gewissen Anzahl von Tagen und Wochen erreicht ist. Diese Entwicklung geht unter unsern Augen fortwährend vor sich, aber wir denken wenig über ihre Wunder nach. Und doch halten es Viele für unbegreiflich, dass derselbe Entwickelungsprocess auch in vergangenen Perioden stattgefunden haben könne, derart, dass er, von kleinen Anfängen ausgehend, die mannichfaltige Thierwelt der Erde hervorgebracht habe. Die Naturkräfte, welche binnen weniger Tage aus einem Bischen Protoplasma und wenigen Theelöffeln voll Eiweiss ein Hühnchen schaffen, werden für unzulänglich erklärt, um einer langsam sich verändernden, allmählich höher entwickelten Reihe von Geschöpfen unter andern Lebensbedingungen

den Ursprung zu geben. Gleichwohl ist für unseren Verstand das eine ein ebenso grosses Wunder wie das andere; in der That sind beide nur verschiedene Phasen der einen Geschichte der organischen Schöpfung.

812. Der genealogische Zusammenhang aller Wirbelthiere in Vergangenheit und Gegenwart wird auch in späteren Zeiten noch lange nicht ermittelt werden, und hier dürfte kaum der Ort sein, um denselben eingehend zu erörtern. In Zukunft, nach weiteren Forschungen hoffen wir zeigen zu können, welches Licht unser Specialstudium auf diesen Gegenstand wirft und inwiefern auch die geographische Verbreitung der Thiere und die physikalische Geographie früherer Zeiten von hier aus eine vollere Beleuchtung empfangen. Um jedoch die Art der Gedanken über die Vergangenheit anzudeuten, welche im Geiste des Forschers bei der Verfolgung seiner Arbeiten aufsteigen, fügen wir noch einige Citate aus zweien jener Monographien bei, auf welche dieses Buch basirt ist.

813. Die folgenden Stellen, im Jahr 1870 niedergeschrieben, sind der Abhandlung über den Frosch entnommen (p. 201):

»Der Geist des Lesers sowohl wie des Forschers selbst wird durch einen etwas weiteren Umblick Stärkung und Erfrischung empfangen und jeder besondere Typus wird dabei im Lichte vieler anderer Typen sichtbar werden. In der That ist es nur auf diese Weise möglich, in der Morphologie der Wirbelthiere zu allgemeinen Anschauungen zu gelangen, ebenso ‚wie ein Mensch, der sich an geeigneter Stelle auf erhöhtem Stand- ‚punkt aufstellt, vielleicht mit einem Blicke alle hinter einander folgenden ‚Theile eines dahingleitenden Stromes zu überschauen im Stande ist; der ‚aber, welcher unmittelbar am Wasser sitzt, ohne seinen Ort zu verändern, ‚sieht dieselben Theile blos, weil sie nach einander vorbeikommen, und ‚diejenigen, welche eben vorüberziehen, müssen erst den nachfolgenden ‚Platz machen, damit diese vor sein Auge gelangen.‘

»Ich muss gestehen, dass ich mich dieser maulwurfsartigen Bohrarbeit innerhalb eines so begrenzten Gebietes unterzogen habe, um neues Material für die Reflexion daraus zu schöpfen — ‚um jenen Weg zur Erlangung ‚der Erkenntniss der Dinge gehen zu können, auf welchem jedes Ding ‚mit dem andern verglichen, ihre gegenseitigen Beziehungen, ihr Zusammen- ‚hang und ihre Abhängigkeit erwogen und so das, was noch zweifelhaft ‚und dunkel war, aus dem Bekannteren und Näherliegenden erschlossen ‚wird.‘

»Die Durcharbeitung einer einzelnen Species in dieser Weise möchte höchstens dem vergleichbar erscheinen, wenn im Urwald ein einziger Weg ausgehauen wird; allein so vollkommen ist die Einheit jedes Unterreiches,

dass der Arbeiter auch auf solch schmalem Pfade, sofern er nur wohl gelichtet ist, ‚regelrecht durch die Labyrinthgänge der Natur vorwärts ge‚leitet wird, wenn nach einander immer neue Entdeckungen gemacht wer‚den, indem jede folgende Untersuchung zu einem weiteren Ausblick führt ‚und jede neue Scene der Dinge den Geist mit neuem Entzücken erfüllt.‘

»Verlassen wir einen Augenblick die bedeutungsvolle Morphologie des Frosches, so möchte es sich wohl der Mühe lohnen, von paläontologischem Gesichtspunkt aus über die weiten Lücken in dem grossen Kreise der Wirbelthiergestalten nachzudenken, welche dunkel, aber doch zweifellos durch die Thatsachen enthüllt werden, die wir sowohl in den frühesten als in den letzten Stadien des Frosches beobachteten.

»Unausgefüllte Gebiete, aber weit grössere, als wie sie gegenwärtig von Familie nach Familie und von Ordnung nach Ordnung eingenommen werden, sind vor mir aufgetaucht, während ich lange Zeit dem Wachsthum des Schädels bei diesem Amphibium meine Aufmerksamkeit widmete.

»Leere Räume von beinah unbegrenzter Ausdehnung scheinen sich nach meiner Vorstellung unterhalb der myxinoidenartigen Vorläufer der Batrachier und ebenso oberhalb und jenseits der Frösche und Kröten, in der Richtung gegen die Säugethiere hin zu erstrecken.

»Diese letztere Lücke ist geradezu grenzenlos und bis heute hat noch kein Lichtstrahl ihre tiefen Abgründe durchdrungen, in denen die fundamentalen Säugethiertypen begraben liegen. Die niedrigsten uns bekannten Säugethiere, *Platypus (Ornithorhynchus)* und *Echidna*, können die Basis für die Edentaten sein, sie sind es aber nicht, können es nicht sein für die Marsupialien, die Insectivoren und die Nagethiere.

»Zwischen die Monotremen und die Batrachier haben wir sicherlich die Sauropsiden — die Reptilien und Vögel — zu stellen; allein ich kann es wohl ohne Bedenken aussprechen, dass kein Sauropside in der directen Linie zwischen den höheren Amphibienformen und dem niedrigsten Säugethier liegt oder irgend einen Theil des Stammbaumes darstellt, welcher dieselben mit einander verbinden sollte. Auf der Säugethierseite dieses leeren Raumes müssen wir eine Form annehmen, welche die allgemeinen Züge der ganzen Classe trägt; ich brauche aber kaum erst zu sagen, dass eine solche Form heute nicht existirt. Die ausserordentliche und unerwartete morphologische Höhe des ausgewachsenen Anuren, eine Höhe in Hinsicht auf sehr wichtige Merkmale, welche kein Reptil und kein Vogel erreicht und welche denselben beinah an einzelnen Punkten mit dem Saum des Säugethiergebietes in Berührung bringt, ist höchst bedeutungsvoll. Ein solcher Nachweis strahlt ein zwar schwaches, doch sicheres, ein werthvolles, obschon noch zartes Licht aus.

»Die Thatsache, dass die höheren Batrachier in ihrer Metamorphose fortschreiten, bis ein Theil ihres Baues so vollkommen ist, dass es nur ganz geringer Modificationen bedürfen würde, um ihn für das Säugethier geeignet zu machen, bedingt noch keineswegs die Annahme, dass die Kröte und der Frosch in der unmittelbaren Verbindungslinie zwischen Fisch- und Säugethiertypus liegen. Dass diesen Gestalten, dem Wesen

nach Fische, aber der Metamorphose unterliegend, ein solches Abänderungsvermögen, eine derartige Fähigkeit zur Verwandlung zukommt, legt vielmehr die Wahrscheinlichkeit nahe, dass einige der ältesten Amphibien, vielleicht von weit unter den Lampreten stehenden Formen abstammend, nicht auf der letzten Umwandlungsstufe eines Anuren stehen blieben, sondern sich weiter veränderten und so den Grund zur Entstehung der höheren Classen legten.

»Wir sehen uns alle nach ferneren Spuren des Stammes um, welcher die Verbindung zwischen den kaltblütigen beschuppten Typen der Sauropsiden und den befiederten warmblütigen Vögeln vervollständigen soll; allein wenn wir diese auch niemals auffinden sollten, so wird doch Niemand daran zweifeln, dass sie einstens existirt haben.

»Ein Amphibium, voll latenter Verwandlungskraft, braucht bei seiner Metamorphose nicht durchaus den Pfad eingeschlagen zu haben, der zum Reptil und Vogel führt, denn die unbedeutendste Abweichung im ersten Anfang konnte hinreichen, um alle die Verschiedenheiten hervorzurufen, welche wir gegenwärtig, in dieser späten menschlichen Schöpfungsperiode, zwischen Säugethier und Vogel beobachten. Diese Warmblütergruppen stellen die zwei gewaltig entfalteten höchsten Äste am Baum des Wirbelthierlebens dar, und doch ist es keine blosse Phantasie, wenn wir annehmen, dass sie einstens zusammen in demselben gemeinsamen Stamme existirt haben könnten.

»So viel in Bezug auf den leeren Raum oberhalb der Myxinoiden; der untere ist weit grösser und viel unwegsamer.

»Die niedrigsten lebenden Fische sind, von einem abgesehen, die Myxinoiden (Lamprete, Myxine, *Bdellostoma*); zwischen ihnen und dem niedrigsten überhaupt bekannten Wirbelthier, dem Lanzettfischchen *(Amphioxus)* klafft eine Lücke, von deren Tiefe man sich wohl kaum je eine richtige Vorstellung gemacht hat, und doch ist sogar das Lanzettfischchen selbst nicht nothwendig die wirkliche Grenzform.

»Ich habe in meinen Vergleichungen nachgewiesen, dass die Lampretenlarve *(Ammocoetes)* nur um ein Weniges niedriger steht als mein drittes Stadium des Frosches, während mein viertes Stadium ziemlich genau der ausgewachsenen Lamprete entspricht.

»Stellen wir uns nun drei Familien ausgestorbener Fische noch unterhalb der Lampreten vor: erstens eine Gruppe, die hinsichtlich ihres Typus auf dem Ammocoetesstadium stehen bleibt, zweitens eine Gruppe, welche sich morphologisch durch mein zweites Stadium des Batrachierembryos repräsentiren lässt, und drittens eine Gruppe nicht höher als mein erstes Stadium.

»Diese drei Familien mögen reich an Gattungen und Arten gewesen sein und in ebenso vollkommener Harmonie mit den Lebensbedingungen ihrer Umgebung gestanden haben wie die hochspecialisirten und edeln Ganoidfische. Wie sehr diese Gruppen geeignet wären, die Lücke zwischen *Amphioxus* und den einfachsten ihrer eigenen Arten auszufüllen, brauche ich nicht erst zu sagen. Jeder Anatom sieht sofort ein, dass ein Ge-

schöpf von nicht höherem Typus als der noch unausgeschlüpfte Embryo des Frosches doch um eine unmessbare Entfernung dem Lanzettfischchen voraus ist, welches doch nur der niedrigste bekannte Vertreter des grossen Unterreiches der Wirbelthiere ist.«

814. Das zweite Citat, im Jahre 1868 geschrieben, ist der Abhandlung über das Hühnchen entnommen (p. 803):

»Zum Schlusse möchte ich noch auf die Bedeutung der verschiedenen Isomorphismen hinweisen, welche uns der Schädel und das Gesicht dieses einen Typus auf seinen einzelnen Wachsthumsstufen enthüllt.

»Ich habe dieselben in aufsteigender Folge beschrieben, allein meine langwierige und in der That höchst sorgfältige Arbeit war in entgegengesetzter Richtung vorgeschritten: die einzelnen Stadien wurden, von demjenigen des erwachsenen Vogels ausgehend, nach unten bis herab zu demjenigen des Hühnchens vom vierten Bebrütungstage verfolgt.

»Bei diesem Werke hatte ich den Eindruck, als ob ich mich bemühte, einen Palimpsest zu entziffern, und zwar einen, der nicht blos einmal, sondern vielleicht vier- bis fünfmal ausgekratzt und wieder überschrieben worden ist.

»Nachdem ich gleichsam die Charaktere des culminirenden Typus — diejenigen des farbenprächtigen indischen Vogels — abgewaschen, glaubte ich mich unter den düsteren Waldhühnern zu befinden, und dann, gegen das Ende der Bebrütung, tauchten die Züge der Flughühner und des *Hemipodius* vor mir auf. Wischte ich diese weg bei meiner in die Tiefe wühlenden Arbeit, so schaute mir die Form der *Tinamus* entgegen, dann schien die abweichende Gestalt des Strausses in grossen archaistischen Buchstaben beschrieben zu sein; eine kleine Weile und diese verblassten zu einem Bilde, das sich eben noch als der Seeschildkröte zugehörig erkennen liess, während als Unterlage des Ganzen der Fisch in seiner einfachsten Myxinoidenform in morphologischen Hieroglyphen noch wahrzunehmen war.«

815. Diese Worte drücken ungefähr die Art von Gedanken aus, welche durch dic Morphologie des Schädels angeregt wurden und selbst wieder die Forschung auf diesem Gebiete geleitet haben. Das Ergebniss dieses Studiums ist, dass sich dem Geiste die feste Überzeugung eingeprägt hat, dass die heutigen Wirbelthiere nur die äussersten Zweige der divergirenden Äste des einen grossen Lebensbaumes darstellen. Einige Äste sind klein, andere gross; einige sitzen näher am Hauptstamm, andere entfernter; einige tragen nur wenige Zweige und erscheinen isolirt, andere sind mit einer solchen Fülle von Formen bedeckt, dass sich die Äste, von denen sie entspringen, kaum erkennen lassen. Glücklicherweise aber ist das Wachsthum jeder einzelnen Form im Stande, uns etwas von ihren eigenen Verwandtschaftsbeziehungen und von der Geschichte einer Zeit zu offenbaren, wo der Baum des

Lebens noch auf engere Grenzen beschränkt und wo jetzt abgestorbene Äste oder Ästchen noch in voller Entfaltung begriffen waren; und indem wir diese mit fossilen Überresten vergleichen, lernen wir begreifen, was „umfassende Typen“ bedeuten sollen, die gleichsam in condensirter Form ganze abweichende Gruppen des heutigen Tages auf einmal repräsentiren. Und wir dürfen wohl die Annahme der Entwickelung auch für die vergangenen Zeiten fordern, ohne dass jedoch damit irgend eine besondere Ansicht in Betreff der Ursachen dieser Entwickelung ausgesprochen werden soll, ausgenommen die, dass dieselben langsam, aber ununterbrochen wirksam waren.

Bayerische Staatsbibliothek München

Index.

(Die Zahlen beziehen sich auf die Paragraphennummern.)

A.

Aegithognathen 599.
Aëtomorphae 597.
Aliethmoid 520, 546, 575, 636.
Alinasale 355, 520, 546, 576, 621, 636.
Aliseptale 354, 520, 636, 690.
Alisphenoid 158, 174, 449, 455, 469, 479, 483, 518, 531, 542, 556, 581, 620, 634, 647, 658, 691, 722, 771, 787.
Amblystoma 293.
Ambos 625, 641, 654, 667, 747, 797.
Amia 210.
Amphioxus 217.
Amphisbaena 506.
Amphistylisch 742.
Angulare 161, 191, 461, 474, 492, 537, 565, 803.
Annulus tympanicus 359, 380.
Antorbitale 72, 84, 96, 110, 145, 269, 309, 312, 395, 485, 520, 546, 719, 777, 795.
Articulare 148, 161, 191, 255, 289, 292, 302, 367, 377, 400, 461, 474, 492, 565, 796.
Aufsteigender Fortsatz (des Suspensoriums) 252, 268, 287, 313, 315, 317, 743.
Augapfel 20, 41, 119, 219, 227, 730.
Augenhöhle 21, 732, 773.
Augenmuskeln 142, 170.
Autostylisch 742.

B.

Basibranchiale 80, 107, 111, 136, 150, 200, 291, 292, 305, 333, 348, 361, 381, 418, 514, 589, 627, 740, 749, 797.
Basicraniale Fontanelle 139, 337, 443, 454, 465, 528, 539, 571, 703.
Basihyale 65, 80, 106, 124, 149, 163, 193, 333, 361, 402, 514, 797.
Basilarcanal 170.
Basilarplatte 69, 98, 278, 337, 454, 631.
Basioccipitale 155, 168, 279, 454, 465, 478, 539, 553, 646, 678, 690, 788.
Basipterygoidfortsatz (oder -platte 504, 536, 556, 685.
Basisphenoid 158, 174, 456, 465, 480, 498, 504, 532, 541, 571, 584, 647, 658, 678, 691, 789.
Basitemporalflügel (oder -knochen) 184, 270, 364, 374, 391, 533, 541, 556, 594, 685.
Blastoderm 2.
Bufo 411.

C.

Callichthys 784.
Carotiden 32, 71, 158, 443, 456, 465, 480, 517, 531, 584.
Cephalostyl 465.
Ceratobranchiale, s. Kiemenbogen.
Ceratodus 212.
Ceratohyale 65, 106, 133, 149, 163, 193, 247, 290, 303, 537, 797.
Cestracion 216.
Chamaeleon 506.
Chelone 498.
Chimaera 215.
Chorda (dorsalis) 10, 35, 44, 61, 69, 118, 121, 128, 139, 169, 224, 230, 239, 250, 262, 270, 278, 323, 337, 351, 424, 427, 443, 454, 511, 528, 605, 630, 701, 761.
Chorda tympani 360, 665, 757.
Clarias 209.
Clinoidwulst, s. Sattellehne.
Cochlea, s. Schnecke.

Columella 378, 422, 430, 462, 475, 493, 522, 537, 564, 587, 746, 797.
Condylus (Hinterhaupts-) 69, 98, 140, 169, 263, 279, 337, 386, 446, 465, 528, 571, 704.
Cornu trabeculae 62, 74, 94, 177, 179, 252, 265, 282, 330, 339, 353, 392, 436, 444, 486, 512, 532, 607, 636, 648, 663, 718, 777.
Coronoid 461, 474, 492.
Cranio-faciale Fenestra 543, 557, 574.
Crotalus 497.

D.

Dactylethra 412.
Dentale 148, 161, 191, 246, 255, 289, 367, 377, 400, 461, 492, 537, 565. 588, 627, 639, 653, 661, 679, 696, 803.
Dermalknochen 783.
Desmognathen 596.
Dromaeognathen 594.

E.

Ektethmoid 159, 178, 273, 285, 298, 692, 791, 801.
Ektostose 779.
Endostose 779.
Entwickelung 811.
Epiblast 3.
Epibranchiale, s. Kiemenbogen.
Epiceratohyale 162, 193.
Epihyale 90.
Epioticum 156, 168, 279, 467, 478, 555, 659, 694, 792.
Epipterygoid 300, 501, 795.
Ethmoid 99, 159, 175, 178, 338, 353, 472, 633, 692, 723, 787; s. auch Mesethmoid.
Ethmoidale laterale 145.
Ethmopalatinum 72, 130, 143, 185, 393.
Eustachische Röhren 507, 533, 541, 556, 585, 594, 623, 641, 654.
Exoccipitale 155, 168, 263, 279, 294, 362, 371, 386, 454, 466, 478, 529, 539, 553, 646, 657, 665, 677, 786.
Extrabranchiale 82, 109, 778.
Extrastapediale 379, 523, 587.

F.

Facialis 16, 77, 102, 142, 172, 259, 341, 360, 387, 401, 434, 468, 555, 614, 632, 640, 641, 665, 753, 757.
Fenestra epiotica 128, 727.
Fenestra ovalis 253, 267, 331, 401, 448, 522, 727, 729.
Fenestra rotunda 448, 522, 659, 729.
Frontale 146, 182, 255, 274, 286, 299, 363, 373, 390, 457, 470, 485, 547, 560, 634, 649, 656, 670, 683, 801.
Frontonasal-Fortsatz, s. Stirnnasen-.

G.

Ganglion Gasseri 231, 234, 258, 341.
Ganoiden 210.
Gaumen 29, 180.
Gecko 506.
Gehör, s. Ohr.
Glossohyale 149, 163. 193.
Glossopharyngeus 16, 78, 102, 142, 172, 231, 259, 341, 387, 448, 466, 606, 632, 753, 758.
Grosshirnhemisphären 14.

H.

Hammer 624, 641, 653, 666, 747, 796.
Hautknochen 779, 800.
Herz 31, 43, 120, 222, 325.
Hinterhirn 15.
Hirnblasen 11, 40, 118, 127, 218, 227, 238, 320, 453, 508, 516, 602.
Hyoid 50, 55, 65, 80, 90, 111, 124, 149, 163, 193, 221, 225, 236, 247, 290, 303, 322, 333, 347, 361, 381, 402, 418, 451, 461, 566, 589, 614, 625, 627, 642, 654, 668, 696, 741, 798.
Hyomandibulare 56, 65, 80, 88, 106, 133, 149, 162, 192, 212, 310, 313, 316, 744, 797.
Hyostylisch 742,
Hyosuspensorialligament 290.
Hypoblast 3.
Hypobranchiale, s. Kiemenbogen.
Hypohyale 90, 133, 149, 163, 193, 247, 290, 303.
Hypophysis, s. Pituitarkörper.

I.

Incus, s. Ambos.
Infrastapediale 523, 587.
Interhyale 90, 135, 149, 163, 193, 641, 667.
Internasalknorpel 62, 73, 84, 159, 177, 252, 282, 439, 444, 512, 716, 735.
Interoperculum 195, 803.
Interorbitalfenestra 544, 731.
Interorbitalseptum 143, 157, 173, 498, 504. 518, 532, 543, 570, 715, 731, 774.
Interstapediale 379.
Jugale 161, 189, 298, 502, 505, 535, 564, 650, 674, 802.

K.

Kieferbogen, s. Mandibularbogen.
Kiemen 43, 52, 68, 83, 89, 108, 223, 229, 236, 238, 291, 322, 329, 336, 348.
Kiemenbogen 28, 50, 57, 91, 107, 124, 136, 150, 197, 236, 248, 290, 292, 304, 310, 313, 316, 317, 325, 333, 348, 361, 381, 402, 418, 514, 537, 566, 589, 614, 627, 642, 654, 668, 740, 749, 776.

Kiemenhautstrahlen 196, 803.
Kiemenspalten 51, 54, 83, 89, 199, 291.
Kiemenstrahlen 91, 94, 108, 110.
Kopfbeuge, s. mesocephalische Krümmung.
Krähe 599.
Krokodil 507.

L.

Labialknorpel 82, 92, 94, 100, 105, 110, 147, 180, 326, 334, 345, 360, 377, 417, 458, 487, 599, 663, 734, 778.
Lacrymale 548, 561, 650, 674, 801.
Lamprete 217.
Lepidosiren 214.
Lingula 531, 685, 691, 711.

M.

Malare, s. Jugale.
Malleus, s. Hammer.
Mandibularbogen 50, 55, 63, 79, 87, 105, 123, 131, 147, 221, 225, 234, 243, 322, 332, 342, 360, 450, 602, 613, 624, 742, 796.
Mandibulohyoidligament 290.
Mandibulohyoidspalte 54, 83, 135, 613.
Maxillare 148, 161, 189, 273, 284, 296, 298, 365, 374, 398, 459, 489, 535, 563, 621, 638, 650, 661, 671, 693, 802.
Maxillopalatinfortsatz 29, 221, 228, 442, 509, 602, 611.
Maxillopalatinum (knöchern) 535, 563.
Meckel'scher Knorpel 63, 79, 123, 131, 138, 147, 191, 235, 243, 255, 274, 289, 332, 344, 377, 400, 417, 450, 461, 474, 513, 521, 565, 639, 741, 796.
Mediostapediale 379, 493, 587.
Medullarfalten 6.
Megalaema 596.
Membranknochen, s. Hautknochen.
Menobranchus 317.
Menopoma 314.
Mento-meckel'sches Stück 377, 400, 796.
Mesethmoid 389, 498, 557, 570, 573, 581, 621, 790.
Mesoblast 3, 7, 27.
Mesocephalische Krümmung 12, 40, 59, 68, 127, 218, 323, 327, 441, 508, 516, 605, 618, 707, 763.
Mesonasale Höhlung 144, 177.
Mesopterygoid 148, 161, 187.
Metapterygoid 104, 123, 161, 188, 359, 366, 395.
Mittelhirn 15.
Mittlere Trabecula (mittlerer Schädelbalken) 45, 59, 71, 224, 437, 605.
Mosasaurus 506.
Mund 42, 120, 220, 228, 238, 321, 329, 346, 412, 509, 516.
Muraenoiden 208.
Muschel 546, 558, 574, 609, 621, 637, 648, 663, 691, 737.
Muskelsegmente 230, 239.

N.

Nasale 183, 273, 298, 363, 373, 397, 457, 470, 486, 548, 561, 649, 656, 670.
Nasalnerv, s. Ophthalmicus.
Nasenkapsel 18, 41, 74, 84, 119, 121, 159, 179, 219, 227, 244, 252, 266, 283, 339, 354, 393, 441, 445, 456, 486, 499, 508, 546, 574, 602, 609, 635, 718, 734, 772, 801.
Nasenöffnungen 18, 83, 87, 244, 266, 273, 283, 285, 288, 334, 355, 393, 546, 663.
Nasenscheidewand 144, 353, 392, 456, 486, 519, 545, 558, 610, 621, 636, 658, 673, 717, 736, 774.
Nasenscheidewandlamellen 74, 717, 734.
Notidanus 216.
Notochord, s. Chorda.

O.

Ohrfortsatz (Proc. oticus) 243, 254, 287, 359, 376, 394, 521, 564, 743.
Ohrkapsel 22, 41, 48, 61, 78, 97, 119, 128, 141, 154, 171, 219, 230, 239, 253, 281, 309, 312, 326, 331, 340, 387, 447, 454, 467, 500, 508, 511, 527, 554, 584, 602, 606, 622, 640, 665, 694, 726, 773, 792.
Olfactorius, s. Riechnerv.
Opercularfalte 51, 89, 127, 222, 229, 329, 336, 623.
Operculum 162, 195, 803.
Ophthalmicus, ramus, nervus 77, 142, 258, 574, 754.
Opisthoticum 156, 168, 280, 467, 478, 540, 555, 568, 659, 694, 792.
Opticum, foramen 77, 102, 175, 259, 352, 388, 484, 634, 730.
Opticus, nervus 13, 753.
Orbita, s. Augenhöhle.
Orbitalfortsatz 123, 332, 343, 358.
Orbitalknochen 190.
Orbitonasalast, s. Ophthalmicus.
Orbitosphenoid 158, 175, 456, 469, 484, 499, 570, 620, 634, 645, 647, 658, 678, 691, 722, 771, 787; s. auch Sphenethmoid.

P.

Palatinum 131, 148, 161, 187, 245, 257, 272, 288, 296, 332, 343, 356, 375,

395, 459, 472, 490, 536, 537, 563, 638, 652, 661, 671, 693, 741, 795.
Palatopterygoid 63, 123, 147, 161, 257, 272, 513, 521, 611, 621, 638.
Palatoquadratum 49, 55, 64, 79, 87, 104, 186.
Papageien 598.
Parachordale 46, 60, 69, 121, 128, 139, 250, 263, 324, 330, 337, 443, 511, 517, 528, 606, 619, 702.
Parasphenoid 146, 160, 170, 184, 257, 270, 284, 292, 295, 338, 364, 374, 391, 422, 429, 432, 456, 471, 481, 802.
Parietale 160, 181, 256, 274, 286, 299, 363, 373, 390, 457, 470, 482, 499, 547, 559, 649, 670, 801.
Parietalfontanelle 176, 352, 388.
Parostose 779.
Pediculus 268, 287, 342, 376, 394.
Periotisch, s. Ohrkapsel.
Pharyngobranchiale, s. Kiemenbogen.
Phoenicopterus 596.
Pipa 423.
Pituitarkörper und -gegend 14, 26, 45, 71, 118, 158, 174, 224, 232, 323, 531, 584, 633, 685, 706.
Pneumogastricus, s. Vagus.
Podargus 596.
Polypterus 210.
Postfrontale 502, 505.
Postpalatinum 269.
Praefrontale 485, 505; s. auch Ektethmoid.
Praemaxillare 146, 189, 244, 256, 273, 284, 297, 365, 374, 397, 457, 471, 489, 535, 562, 621, 637, 649, 670, 693, 802.
Praenasale 62, 73, 99, 110, 456, 486, 532, 545, 558, 562, 576, 607, 716, 791.
Praeoperculum 194, 803.
Praesphenoid 573, 633, 658, 678, 685, 691, 790.
Praetemporalflügel 541, 556.
Prooticum 156, 172, 280, 294, 362, 371, 387, 468, 479, 540, 555, 659, 694, 792.
Prorhinale 355, 392.
Proteus 309.
Pseudis 410.
Pterotischer Wulst, Pteroticum 88, 97, 141, 156, 168, 171, 281, 340, 387, 623, 728, 792.
Pterygoid 148, 161, 187, 269, 272, 288, 300, 357, 366, 375, 395, 422, 434, 459, 472, 490, 501, 507, 536, 563, 638, 652, 664, 672, 685, 795.
Pterygoidplatte (äussere) 645.

Q.

Quadratojugale 366, 535, 564, 802.
Quadratum 63, 79, 104, 161, 188, 268, 287, 300, 332, 344, 359, 394, 416, 450, 460, 473, 491, 501, 513, 521, 564, 796.

R.

Rana pipiens 409.
Recessus tympanicus 541, 682.
Rhinale 354, 373.
Riechnerv 14, 75, 84, 144, 175, 177, 259, 283, 352, 389, 581, 635, 752.
Rostrum 83, 716.
Rostrum (Knochen) 534, 557.

S.

Salamandrinenschädel 319.
Sattellehne 60, 71, 103, 480, 528, 630, 710.
Saurognathen 601.
Schizognathen 595.
Schnecke 23, 448, 454, 511, 527, 530, 584, 640, 682.
Septomaxillare 297, 398, 458, 471, 488, 504.
Siebplatte 635, 645, 663, 738, 790.
Siluroiden 209.
Siren 312.
Specht 601.
Sphenethmoid 278, 283, 294, 312, 371, 389.
Sphenodon 506.
Sphenoid 77, 264.
Sphenoticum 86, 96, 156, 170, 542, 568, 792.
Spleniale 246, 255, 289, 461, 474, 492, 537, 565, 802.
Spritzloch 63, 83, 106.
Spritzlochknorpel 55, 86, 105, 111.
Squamosum 254, 274, 287, 301, 367, 396, 460, 473, 491, 547, 559, 651, 656, 675, 683, 694. 801, 804.
Steigbügel 267, 281, 331, 340, 378, 401, 475, 583, 587, 622, 641, 682, 729, 797.
Stirnnasenfortsatz 29, 42, 87, 127, 220, 228, 320, 509, 602.
Stör 211.
Struthionidae 594.
Stylohyale 462, 475, 493, 523, 587, 641, 665, 668, 676, 695.
Subocularfenestra 332, 343.
Suboperculum 195, 803.
Sula 596.
Supraangulare 461, 474, 492, 537, 565.
Supracraniale Fontanelle 85, 111, 145, 352, 388, 466, 656, 690, 722.

Supraethmoid 146, 183.
Supraoccipitale 76, 140, 155, 168, 279, 352, 446, 466, 478, 539, 553, 631, 646, 657, 677, 690.
Supraorbitalstreifen 41, 76, 83, 120.
Suprastapediale 379, 523, 587.
Supratemporale 473, 493, 505.
Suspensorio-stapedialligament 267, 281, 287.
Suspensorium 137, 234, 243, 254, 268, 287, 310, 313, 315, 317, 332, 342, 356, 376, 394, 416, 428, 741.

T.

Tegmen cranii 76, 96, 144, 157, 176, 724.
Tegmen tympani 340, 387, 415, 529, 623, 640, 667, 728.
Thränencanal 21, 611.
Tinamus 594.
Tortrix 497.
Trabecula 47, 60, 71, 99, 122, 129, 143, 157, 232, 240, 251, 264, 309, 324, 330, 414, 427, 436, 439, 444, 455, 456, 468, 481, 486, 511, 518, 607, 620, 706, 764.
Trabecularhorn, s. Cornu trabeculae.
Trabecularkamm 60, 242, 264.
Transpalatinum 459, 490.
Trigeminus 16, 77, 102, 142, 172, 258, 341, 387, 449, 511, 555, 634, 753.
Trommelfell 586, 624.
Turnix 600.
Tympanicum 654, 660, 676.
Tympanicumflügel des Exoccipitale 517, 529, 586.
Tympanohyale 668, 676, 683, 695.
Typhlops 497.

U.

Umhüllungsmasse, s. Parachordale.
Urwirbel 12.

V.

Vagus 16, 78, 102, 142, 172, 259, 341, 387, 448, 466, 555, 606, 632, 753, 758.
Visceralbogen 49, 120, 222, 225, 233, 322, 324, 450, 514, 739, 776.
Visceralfalten 27, 30, 510.
Visceralspalten 28, 42, 120, 222, 229, 441, 453, 513, 604.
Vomer 159, 184, 245, 257, 271, 284, 295, 364, 374, 399, 458, 471, 488, 549, 563, 594—601, 621, 636, 648, 673, 685, 802.
Vorderhirn 13.

W.

Wirbelverknöcherung 36.

Z.

Zungenbeinhorn 402.

Druckfehler-Verzeichniss.

S. 16, Erklärung v. Fig. 1, Z. 2 l. Palatopterygoid-.
„ 18, Z. 15 v. o. statt gewendeten l. gekrümmten.
„ 23, Erkl. v. Fig. 4, Z. 1 st. Linien l. Zoll.
„ 25, Z. 9 v. o. st. seiner l. ihrer.
„ 56, Erkl. v. Fig. 16, Z. 6 st. Mund l. Mundhöhle.
„ 62, „ „ „ 18, Z. 15 st. *l. c.* l. *l. e.*
„ 72, Z. 9 v. u. st. articuliren l. verbunden sind.
„ 98, Erkl. v. Fig. 23, Z. 1 ist einzufügen: Obere Ansicht des Schädels.
„ 103, „ „ „ 25, Z. 9 st. 8^1 l. 7^1.
„ 128, Z. 19 v. o. st. bogen l. boden.
„ 166, Z. 1 v. o. st. obern Kapsel l. Ohrkapsel.
„ 170, Z. 12 v. u. st. Hypo- l. Hyobranchialplatte.
„ 212, Z. 2 v. u. st. fast stets l. stets fest
„ 239, Z. 4 v. ob. st. articulirt l. verbindet sich.
„ 249—253 als Seitenüberschrift l. Ausgewachsenes Haushuhn.
„ 251, Erkl. v. Fig. 73, Z. 2 u. 1 v. u. st. *xf* und *mp* l. *pf* und *mx*.
„ 254, „ „ „ 74, Z. 4 st. Inter- l. Infrastapediale.
„ 254, Z. 5 v. o. st. Sygnovial- l. Synovial-.
„ 260, Z. 11 v. o. l. Nasale; Z. 29 v. o. l. der.
„ 295, Z. 15 v. o. streiche „Vergleichenden“.

Obern

BSB Bayerische StaatsBibliothek

MDZ Münchener DigitalisierungsZentrum Digitale Bibliothek

Parker, William Kitchen, / Bettany, George Thomas, / Vetter, Benjamin,

Die Morphologie des Schädels

Stuttgart 1879

Anat. 329 m
urn:nbn:de:bvb:12-bsb11385963-3